

2. Literatur

Anatomie und Röntgenanatomie des Kaninchenabdomens

2.1. Anatomie des Kaninchenabdomens

2.1.1. Einleitung

In den gängigen Standardwerken der Veterinäranatomie wird das Kaninchen nicht separat beschrieben. Die Anatomie dieser Tierart wird ausführlich dargestellt im „Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, IV. Band“ unter „Anatomie der Impfsäugetiere“ (SCHAUDER 1923) sowie im „Atlas d’anatomie du lapin“ (BARONE 1973; Abb. 1) und „A Colour Atlas of the Anatomy of Small Laboratory Animals“ (POPESKO et al 1992). Weitere Angaben finden sich vor allem in den Werken der Versuchstierkunde.

Der folgende Abschnitt gibt anhand dieser Literatur eine Übersicht über Lage und Besonderheiten der Abdominalorgane des Kaninchens. Die Organsysteme werden in der Reihenfolge von kranial nach kaudal (Leber/Gallenblase, Milz, Magen-Darmtrakt, Harntrakt (Nieren, Harnblase), weiblicher Genitaltrakt (Ovarien, Uterus) beschrieben; dieses Schema wird in der gesamten Arbeit beibehalten.

2.1.2. Leber und Gallenblase

BARONE (1973) gliedert die Leber des Kaninchens in 5 Lappen: Lobus sinister, Lobus quadratus, Lobus dexter, Lobus caudatus und Processus papillaris. Der Lobus quadratus liegt ventral, Lobus caudatus und Processus papillaris liegen dorsal. Andere Autoren unterteilen den linken und den rechten Leberlappen noch in je zwei weitere Lappen (CRAIGIE 1966, WINGERD 1985, POPESKO et al 1992, CRUISE und BREWER 1994).

Der rechte Leberlappen ist größer als der linke. Der rundliche Lobus caudatus ist über einen dicken Stil mit dem Leberhilus verbunden (KOZMA et al 1974, WINGERD 1985). Zwischen Lobus caudatus und Processus papillaris liegen von ventral nach dorsal beschrieben: Ductus choledochus, V. portae, A. hepatica und V. cava caudalis (BARONE 1973).

Die Leber liegt zum größten Teil im rippengestützten Teil der Bauchhöhle und wird kaudal vom Magen bedeckt. Sie ragt ungefähr fingerbreit nach kaudal über den ventralen Rippenbogen hinaus. Auf der rechten Körperseite reicht sie dorsal bis zur rechten Niere (SCHAUDER 1923).

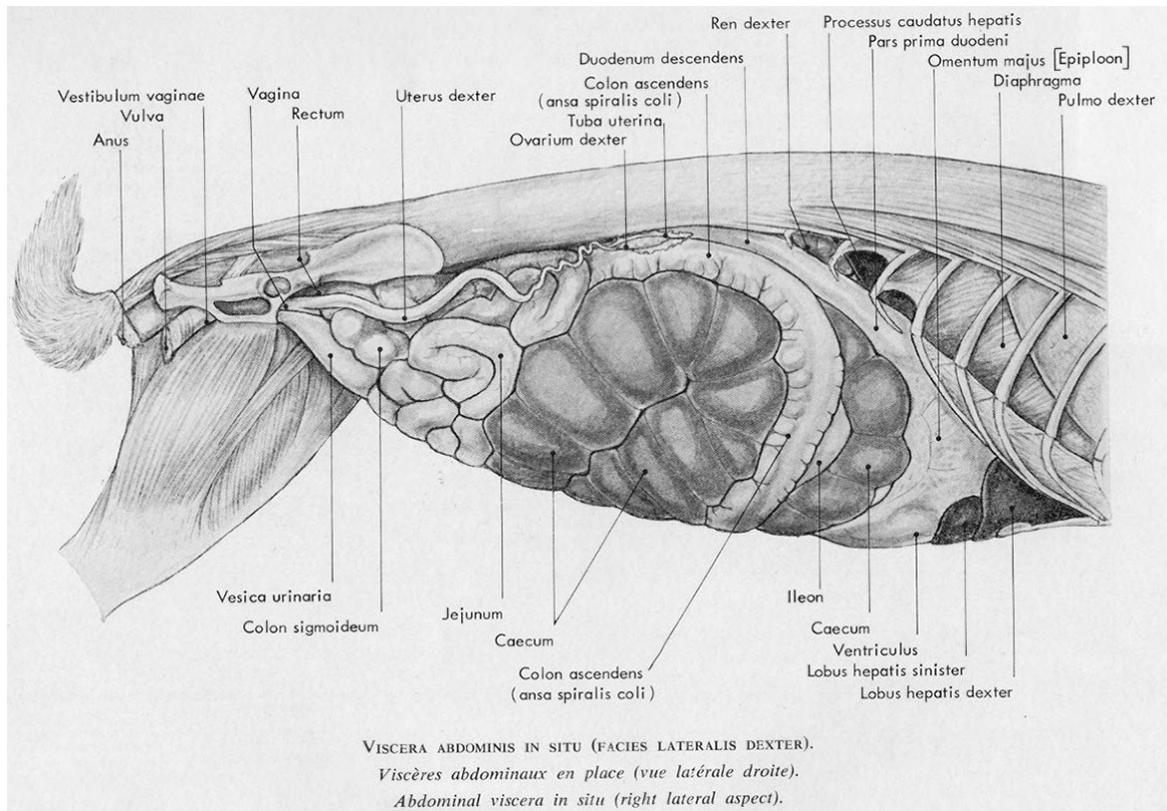
Die längliche Gallenblase befindet sich auf der Viszeralseite der Leber rechts der Medianen zwischen dem Lobus quadratus und dem Lobus dexter (medialis) (BARONE 1973, WINGERD 1985, POPESKO et al 1992). Angaben über die Größe der Gallenblase sind der Literatur nicht zu entnehmen, SCHAUDER (1923) bezeichnet sie als „relativ klein und meistens nur wenig gefüllt“.

2.1.3. Milz

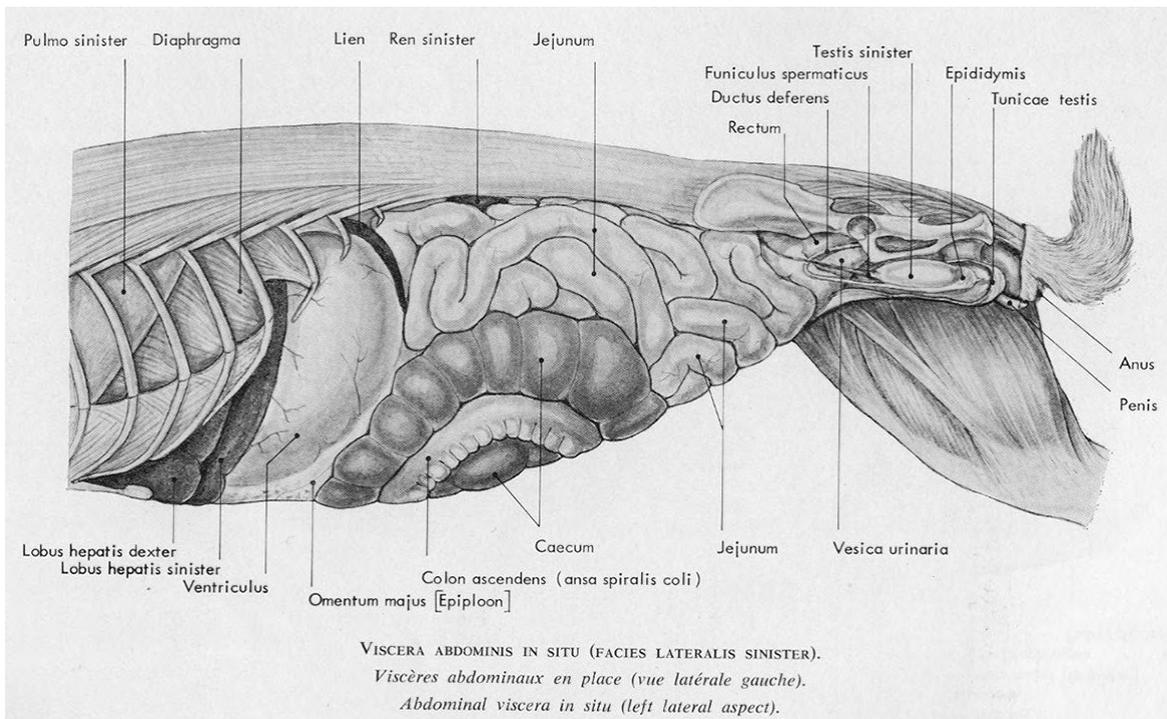
Die Milz des Kaninchens ist lang und flach und am ventralen Ende etwas verdickt (JUNG 1962, WINGERD 1985, POPESKO et al 1992). Sie ist etwa 50 mm lang, 10 mm breit und 3 bis 4 mm dick (SCHAUDER 1923, JUNG 1962, HARCOURT-BROWN 2002b).

Abb. 1 A und B:

Situs der Abdominalorgane des Kaninchens (nach BARONE 1973)



A: Ansicht von rechts (Häsin)



B: Ansicht von links (Rammler)

Die Milz liegt auf der linken Körperseite nahe der großen Krümmung des Magens (WINGERD 1985). In den bildlichen Darstellungen von BARONE (1973) und POPESKO et al (1992) liegt sie der großen Krümmung des Magens direkt an. Ihre Lage variiert auf den verschiedenen Abbildungen im Bereich zwischen der 10. und der 13. Rippe. Das Organ reicht von der dorsalen Begrenzung des Abdomens bis ca. zum Rippenbogen nach ventral.

2.1.4. Magen-Darmtrakt

Der Magen des Kaninchens ist dünnwandig und stets gefüllt (JUNG 1962, SCHALL 1995). Sein größerer Anteil liegt auf der linken Körperseite. Die kleine Krümmung zeigt nach medial, die große Krümmung ist nach lateral gerichtet (WINGERD 1985), ventral liegt der Magen der Bauchwand auf (SCHAUDER 1923). In den bildlichen Darstellungen von BARONE (1973) und POPESKO et al (1992) liegt der Pylorus zwischen Lobus dexter und Lobus caudatus der Leber; der Magen erstreckt sich in kraniokaudaler Richtung über zwei Intercostalräume und reicht dabei nach kranial bis zur 10. Rippe.

Der Dünndarm des Kaninchens besitzt als tierartspezifische Besonderheit den Sacculus rotundus, eine 2 cm lange Erweiterung des Ileumendes mit einer 2 bis 3 mm dicken, lymphfollikelreichen Wand (SCHAUDER 1923, CRUISE und BREWER 1994).

Das größte Organ im Kaninchenabdomen ist das schneckenartig aufgerollte Zäkum, welches 30 bis 40 cm lang ist und 40% des gesamten Magen-Darm-Volumens ausmacht. Dieser Darmabschnitt ist dünnwandig und innen mit spiralförmigen Falten ausgestattet. Sein Inhalt ist in der Regel halbflüssig. Der Processus vermiformis des Zäkums ist 7 bis 12 cm lang und hat eine 2 mm dicke Wand.

An das Zäkum schließt sich das Kolon an, das in mehrere Abschnitte gegliedert wird: Das Colon ascendens liegt den Windungen des Zäkums direkt an. Am Übergang vom Colon transversum zum Colon descendens befindet sich bei Kaninchen ein Organ, das als Fusus coli bezeichnet wird. In diesem 5 bis 8 cm langen Darmabschnitt ist die Mucosa 4 bis 5 mal so dick wie im Colon descendens und auch die Muskulatur ist stark ausgeprägt. Hier liegen die Nervenzentren, die die zur Ausscheidung von Blinddarmkot notwendige spezielle Peristaltik und Antiperistaltik des Kolons regulieren (CRUISE und BREWER 1994, DONNELLY 1997). BARONE (1973) und POPESKO et al (1992) stellen die Lage der Darmanteile im Abdomen folgendermaßen dar: Das Duodenum liegt mit seinem Anfangsteil dem Processus caudatus der Leber an. In der Ventralansicht und in der rechten Seitenansicht des Abdomens wird der größte Teil des Bauchraumes von Zäkum und Kolon ausgefüllt. Im kaudalen Abdomen stellt BARONE (1973) in beiden Ansichten Jejunumschlingen dar, außerdem zeigt er in der Ventralansicht lateral der Harnblase auch Anteile des Colon transversum. In der linken Seitenansicht stellen beide Autoren den dorsalen Teil des Abdomens mit Jejunumschlingen gefüllt dar, während ventral Zäkum und Kolon gelegen sind.

Dorsal im kaudalen Abdomen werden Colon descendens und Rektum dargestellt, beide Darmabschnitte sind in den meisten Abbildungen mit dem typischen murmförmigen Kaninchenkot gefüllt. Das Rektum liegt beim männlichen Tier dorsal der Harnblase, beim weiblichen Tier dorsal des Uterus.

2.1.5. Nieren

Die Nieren des Kaninchens sind bohnenförmig mit glatter Oberfläche. Sie sind von einer dünnen fibrösen Kapsel überzogen. Im Anschnitt sind Rinde, Mark und Nierensinus mit Nierenbecken zu unterscheiden. Die Rinde ist schmal (3 bis 4 mm), das Mark dagegen wesentlich breiter (20 mm) (SCHAUDER 1923, MARSCHNER 1937, BARONE 1973). Die Innenstruktur der Kaninchenniere erscheint fast ungegliedert, es ist nur eine Andeutung der Unterteilung in Pyramiden zu erkennen (CRAIGIE 1969). Nach SHEEHAN und DAVIS (1959) bildet das Nierenmark beim Kaninchen eine einzige kegelförmige Papille, auf die hin der Rest des Markes ausgerichtet ist und dabei 4-5 peripelvinische Säulen bildet. Das fettreiche Weichteilgewebe des Nierensinus, das u.a. die Blutgefäße enthält, umschließt diese Papille mit 2 Hauptsepten. Ungefähr 5 Nebensepten unterteilen das Mark in die peripelvinischen Säulen. Das eigentliche Nierenbecken (der epithelausgekleidete Raum, der den Beginn des Ureters darstellt), liegt zwischen der zentralen Markpapille und der inneren Seite der Hauptsepten des Sinus. Am freien Ende der Septen schlägt sich das Nierenbecken um, so dass weitere Anteile zwischen der äußeren Seite der Septen und den peripelvinischen Säulen liegen. Dieser äußere Nierenbeckenraum wird durch die Nebensepten in mehrere „Sekundärtaschen“ unterteilt. LEGRAND (1981) und POPESKO et al (1992) bezeichnen die beiden Hauptausstülpungen von Nierensinusgewebe und Nierenbecken als Recessus cranialis und caudalis oder Reccus terminalis, die zusätzlichen Ausstülpungen als Divertikel oder Recessus collateralis und die peripelvinischen Säulen des Marks als Pseudopapillen.

Die Nieren liegen in eine Fettkapsel eingebettet an der dorsalen Körperwand. Der Hilus ist nach medial gerichtet. Die linke Niere liegt weiter kaudal als die rechte. Die rechte Niere wird zum großen Teil vom Lobus dexter der Leber bedeckt (CRAIGIE 1969) und ist in die Fossa renalis der Leber eingebettet (LEGRAND 1981).

LEGRAND (1981) betont, dass die Nieren des Kaninchens leicht verschieblich sind und ihre Position im Abdomen daher sehr variabel ist. Nach FEHÉRVÁRI (1935), MARSCHNER (1937) und JUNG (1962) liegt der Kranialpol der rechten Niere etwa auf Höhe der 12. oder 13. Rippe und der Kaudalpol auf Höhe des 1. oder 2. Lendenwirbels; die linke Niere liegt eine Nierenlänge weiter kaudal mit dem Kranialpol auf Höhe des 2. Lendenwirbels und dem Kaudalpol auf Höhe des 4. Lendenwirbels. Weitere Angaben über die Lage der Kaninchenniere in Bezug zur Wirbelsäule finden sich vor allem in der Literatur zur Röntgenanatomie des Kaninchens (siehe 2.2.5.).

Der Literatur sind folgende Werte für die absolute Nierengröße beim Kaninchen zu entnehmen:

Tab.1: Nierenmaße bei gesunden Kaninchen

Nierenmaße bei gesunden Kaninchen	untersuchte Kaninchen		
	SCHAUDER (1923)	FEHÉRVÁRI (1935)	MARSCHNER (1937)
	keine Angaben	40 Tiere; Gewicht 0,7 kg (juvenil) bis 3 kg (adult)	10 Tiere; keine Angaben über Gewicht/ Rasse
Nierenlänge (in mm)	35	25 bis 40	40
Nierenbreite (in mm)	30	20 bis 30	28
Nierentiefe (in mm)	20	12 bis 20	21

2.1.6. Harnblase

Die Harnblase ist ein stark dehnbarer muskulöser Sack (CRAIGIE 1969). Die Spitze ist nach kranial, der Hals nach kaudal gerichtet. Die Form der Blase wird sehr unterschiedlich dargestellt: rundlich, langgestreckt oder durch benachbarte Organe leicht eingedrückt (BARONE 1973). Auch die Lage der Harnblase variiert in verschiedenen Darstellungen. Ihre Spitze liegt auf einigen Zeichnungen von BARONE (1973) in Höhe des Hüftgelenks direkt vor dem Beckeneingang, auf anderen in Höhe der Kniefalte. Nach PAUL-MURPHY (1997) ragt der Blasen Hals in den Beckenkanal hinein. Jejunum und Kolon können der Blase benachbart liegen. Die Uterushörner liegen dorsal oder kranial, z.T. auch lateral der Blase. Beim Rammeler grenzen Colon descendens und Rektum dorsal an die Blase, in einer Zeichnung wird auch bei der Häsin zwischen Blase und Uterus noch ein Kolonabschnitt dargestellt (BARONE 1973, POPESKO et al 1992).

Bei der Häsin mündet die Harnröhre am proximalen Ende eines tiefen Vestibulum vaginae. Wird bei einer in Rückenlage befindlichen Häsin Druck auf die Harnblase ausgeübt, kann es über diese Mündung zu einer retrograden Füllung des Vaginalgewölbes mit Harn kommen. In einem solchen Fall kann die Vagina bei einer Laparotomie zunächst mit der Harnblase verwechselt werden (JENKINS 1997a).

2.1.7. Ovarien und Eileiter

Die spindelförmigen Ovarien der erwachsenen Häsin sind in ein sehr fettreiches Gekröse eingelagert und haben eine Länge von 15 mm und einen Durchmesser von 5 mm (SCHAUDER 1923, PREISSECKER 1958, NACHTIGALL 1995). MILLARD (1999) gibt Ovargrößen in Abhängigkeit von der Körpergröße der Häsinnen an: bei Zwergrassen (bis 1,5 kg) 9 bis 11 mm Länge und 4 bis 5 mm Breite, bei kleinen Rassen (bis 3,5 kg) 10 bis 12 mm Länge und 5 bis 6 mm Breite und bei mittelgroßen Rassen (bis 5,5 kg) 18 bis 20 mm Länge und 9 bis 10 mm Breite.

Im Sagittalschnitt erkennt man außen eine breite Rinde mit Funktionskörpern und zentral ein schmales Mark (BARONE 1973). Das Kaninchenovar weist eine relativ geringe Anzahl an Follikeln auf. Die Follikel ragen nicht über die Oberfläche des Ovars hinaus. Der Durchmesser reifer Follikel beträgt 0,3 bis 1,0 mm (NACHTIGALL 1995).

BARONE (1973) stellt beide Eierstöcke auf gleicher Höhe dar. Der rechte liegt dabei gut eine Nierenlänge kaudal der rechten Niere, der linke knapp eine halbe Nierenlänge kaudal der linken Niere. Auch nach PREISSECKER (1958) ist das rechte Ovar weiter von der gleichseitigen Niere entfernt als das linke. Andere Autoren beschreiben die Ovarien als „leicht kaudal der Nieren an der dorsalen Körperwand gelegen“ (CRAIGIE 1969, WINGERD 1985); nach MILLARD (1999) liegen sie 2 bis 3 cm kaudal des jeweiligen kaudalen Nierenpols.

Die Eileiter beginnen am Grund des gleichseitigen Eileitertrichters mit dem Ostium abdominale tubae uterinae. In diesem Trichter kann gelegentlich ein einzelnes zystenartiges Bläschen gefunden werden, das aber bei konserviertem Tiermaterial in der Regel kollabiert ist. Bei diesem Bläschen könnte es sich um die Spur eines noch vor dem Ostium abdominale gelegenen Eileiteranteils handeln (CRAIGIE 1969). PREISSECKER (1958), JUNG (1962) und RÜSSE und SINOWATZ (1991) bezeichnen solche Bläschen in der Nähe des Eierstocks als „Paroophoron“. Nach ihrer Aussage handelt es sich dabei um Reste der Urnierenkanälchen, aus denen sich pathologische Neubildungen wie Zysten entwickeln können.

2.1.8. Uterus

Das Gekröse des Uterus ist sehr reich an Fetteinlagerungen. Es stellt bei einer gesunden Häsin einen der Hauptfettspeicher dar (JENKINS 1997a).

Der Uterus des Kaninchens besitzt eine dicke muskulöse Wand. Linkes und rechtes Uterushorn sind nicht zu einem Körper verschmolzen. Jedes endet mit einer eigenen Zervix in die Vagina (Uterus duplex und Vagina simplex). Direkt an ihrer Mündung in die Vagina liegen beide Uterushörner nebeneinander, von dort ziehen sie nach kraniallateral. Ihr weiterer Verlauf wird bogenförmig oder stark gewunden dargestellt (SCHAUDER 1923, JUNG 1962, BARONE 1973, WINGERD 1985, SCHUMMER und VOLLMERHAUS 1987, POPESKO et al 1992, JENKINS 1997a).

Die Uterushörner sind bei der erwachsenen Häsin je 6 bis 12 cm lang und 2 bis 7 mm dick (RINCK et al 1993); nach MILLARD (1999) beträgt der Uterusdurchmesser unabhängig von der Körpergröße des Tieres 3 mm und nach SCHAUDER (1923) etwa 4 mm.

Bei der trächtigen Häsin weist der Uterus vom 10. bis 14. Trächtigkeitstag runde Verdickungen mit einem Durchmesser von 10 mm auf (LUMEIJ 1993). In der letzten Trächtigkeitswoche kann der Uterus die gesamte kaudale Hälfte des Abdomens einnehmen (BARONE 1973).

2.2. Röntgenanatomie des Kaninchenabdomens

2.2.1. Vorbereitung des Patienten zur Röntgenuntersuchung

Einige Autoren röntgen Kaninchen stets ohne Sedation (HLOUSKOVA 1993, KATTINGER et al 1999, RAPPOLD 2001, NIEBERGALL 2003), während andere die Tiere dazu grundsätzlich sedieren (HINTON und GIBBS 1982, WOLVEKAMP und OSCHWALD 1991).

Es ist nicht sinnvoll, Kaninchen vor der Röntgenuntersuchung fasten zu lassen. Selbst durch 36stündiges Fasten ist keine vollständige Entleerung des Magens zu erreichen. Auch der Darm entleert sich nur schwer. Außerdem führt Nahrungsentzug bei Kaninchen zu einer gefährlichen Störung der Darmflora (LEGRAND 1981, HLOUSKOVA 1993).

2.2.2. Leber und Gallenblase

Die Leber füllt die Zwerchfellskuppel aus und ist kaudal durch den Magen begrenzt. Im laterolateralen Strahlengang kann die Abgrenzung zum Magen schwierig sein. Die Ventralgrenze der Leber ist nicht immer gut erkennbar, da das Nabelfett bei Kaninchen verhältnismäßig gering ausgeprägt ist. Somit fehlt in diesem Bereich der Kontrast. Der Kaudalrand der Leber verläuft beim jungen Tier parallel zur 9. Rippe; beim adulten Tier reicht der Kaudallappen bis zur 10. Rippe (HLOUSKOVA 1993). HINTON und GIBBS (1982) stellen die Leber im Röntgenbild zwischen der 10. und 13. Rippe dar.

In der ventrodorsalen Aufnahme ist die Leber in der Regel nur kranial abgrenzbar (HLOUSKOVA 1993, STEFANACCI und HOEFER 1997).

Die röntgenologische Darstellung der unveränderten Gallenblase wird in der Literatur nicht erwähnt.

2.2.3. Milz

Die Milz ist beim gesunden Kaninchen röntgenologisch nicht darstellbar (HLOUSKOVA 1993).

2.2.4. Magen-Darmtrakt

Der Hauptteil des Magens liegt innerhalb des Rippenbogens. Er reicht vom 10. Brustwirbel bis auf die Höhe des 1. bis 2. Lendenwirbels. Der Kaninchenmagen enthält neben Futterbestandteilen häufig etwas Gas und ist in der Regel gut abgrenzbar.

Der Dünndarm kann sich vor allem im linken Abdomen durch kleine Gasdepots über den Schatten des Dickdarms abzeichnen. Einzelne Anteile sind nicht differenzierbar.

Den größten Teil des Abdomens nimmt der Dickdarm ein, in dem beim Kaninchen neben flüssigem und festem Inhalt häufig etwas Gas darzustellen ist. Bei Jungtieren enthält vor allem das Zäkum oft mehr Gas als beim adulten Tier. Das Zäkum liegt rechts und nimmt ca. 1/3 des Abdomens ein. Es ist fast immer gut in beiden Ebenen darzustellen, aber nur schwer komplett abzugrenzen.

Im Colon descendens des Kaninchens stellen sich oft perlschnurartig aufgereiht die typischen geformten Kotbällchen dar. Besonders deutlich zeichnen sie sich bei fetten Tieren ab (HINTON und GIBBS 1982, HLOUSKOVA 1993, STEFANACCI und HOEFER 1997).

2.2.5. Nieren

Beim jungen Tier sind die Nieren meist nur schwer abgrenzbar. Beim adulten Tier können Überlagerungen durch den Darm die genaue Abgrenzung erschweren. Die rechte Niere wird besonders oft von Zäkum und Magen überlagert. (HLOUSKOVA 1993). HINTON und GIBBS (1982) können die linke Niere bei 26 von 27 Kaninchen darstellen. Sie ist meist in beiden Aufnahmerichtungen abgrenzbar. Die rechte Niere können sie nur bei knapp der Hälfte der untersuchten Tiere darstellen, meist in der laterolateralen Aufnahme. NIEBERGALL (2003) gelingt die Darstellung der linken Niere bei 54% und die Darstellung der rechten Niere bei 46% der von ihr untersuchten 41 Tiere.

Die rechte Niere liegt mit ihrem Kranialpol auf Höhe des 13. Brust- oder 1. Lendenwirbels. Die linke Niere befindet sich kaudoventral der rechten und liegt etwas weiter lateral als diese. Insbesondere die linke Niere ist stark verschieblich. Ihre Lage kann bei verschiedenen Aufnahmen vom selben Tier um die Länge eines Wirbelkörpers variieren. In der Regel befindet sich ihr Kranialpol auf Höhe des 2. oder 3. Lendenwirbels (HINTON und GIBBS 1982, HLOUSKOVA 1993). Sie kann direkt unter der Lumbalmuskulatur liegen, dann ist ihr Hilus nach medial gerichtet. Durch das oft stark ausgeprägte retroperitoneale Fett kann sie aber auch weit nach ventral verschoben werden. Dann ist ihr Hilus nach dorsal gerichtet (HLOUSKOVA 1993, STEFANACCI und HOEFER 1997).

Die Nieren sind nach HINTON und GIBBS (1982) 1,25 bis 1,75 mal so lang wie der 2. Lendenwirbel, nach HLOUSKOVA (1993) haben sie die Länge von etwa zwei Wirbelkörpern. Nach den Messungen von NIEBERGALL (2003) im Röntgenbild hat die linke Niere eine Länge von 21 bis 34 mm und eine Breite von 13 bis 24 mm, die rechte Niere ist 23 bis 34 mm lang und 13 bis 22 mm breit.

2.2.6. Harnblase

Die Harnblase ist bei Jungtieren und auf ventrodorsalen Aufnahmen von adulten Tieren nicht abgrenzbar. Bei den meisten erwachsenen Tieren stellt sie sich im laterolateralen Strahlengang gut dar, kann jedoch nicht immer komplett abgegrenzt werden. Ihre Spitze reicht maximal bis zum 6. Lendenwirbel nach kranial.

Die Harnblase des Kaninchens ist länglich-fingerförmig mit einem konischen Ende. Der Tonus der Blasenwand reicht nicht aus, um eine konstante Blasenform zu erhalten. Die Blasenspitze ist meistens durch Nachbarorgane eingedrückt. Wird die Harnblase mit Kontrastmittel markiert, kann sie auch in der ventrodorsalen Aufnahme abgegrenzt werden. Dabei fällt auf, dass sie sich selten median befindet, sondern durch die Darmmassen nach lateral verschoben wird (LEGRAND 1981, HLOUSKOVA 1993).

Die Dichte des Harns wird durch den Kalziummetabolismus des Kaninchens beeinflusst. Bei gesteigerter Kalziumaufnahme mit dem Futter wird nicht die Resorption reduziert, sondern die Kalziumausscheidung über die Nieren gesteigert (CARSTENSEN 1984, KAMPHUES 1991). Dabei nimmt die Kalziumkonzentration im Harn stark zu, so dass normaler Kaninchenharn große Mengen kristallines Sediment enthalten kann (FLATT und CARPENTER 1971, DONNELLY 1997). Daher wird bei zahlreichen gesunden Kaninchen bei der Röntgenuntersuchung sehr röntgendichter Harn festgestellt. In Einzelfällen kann die Harnblase wie mit Kontrastmittel markiert erscheinen. Dies ist als physiologisch zu bewerten, solange die klinische Symptomatik einer Blasenkrankung fehlt (HINTON und GIBBS 1982, MAYRHOFER und PFEIL 1985, HLOUSKOVA 1993). Nach HOLLMANN und HOLLMANN (2001) ist dagegen nur eine leichte diffuse Verschattung der Kaninchenharnblase durch ungelöste Mineralien als physiologisch anzusehen.

2.2.7. Weibliche Geschlechtsorgane

Die röntgenologische Darstellung der unveränderten Ovarien wird in der Literatur nicht erwähnt.

Bei der gesunden erwachsenen Häsin kann sich der Uterus im Kontrast zum umgebenden Fett deutlich darstellen. Im laterolateralen Strahlengang projizieren sich die beiden bleistiftstarken Hörner kraniodorsal der Harnblase übereinander (HLOUSKOVA 1993, STEFANACCI und HOEFER 1997).

Erkrankungen der Abdominalorgane bei Kaninchen

2.3. Häufige Erkrankungen der Abdominalorgane bei Kaninchen und Möglichkeiten der Röntgendiagnostik

2.3.1. Leber und Gallenblase

Infektionen

Bei Kaninchen kommen besonders häufig Gallengangskokkzidiosen vor (UYSAL 1989, JENKINS 1997b). Die Erkrankung verläuft in leichten Fällen fast symptomlos. In der kaum vergrößerten Leber treten dabei nur vereinzelte Kokkzidienknoten auf. Schwer befallene Tiere

zeigen akute Symptome eines Leberschadens. Die stark vergrößerte Leber ist in diesen Fällen vollständig von Kokkizidienknoten durchsetzt. Eine solche Hepatomegalie kann durch Palpation und Röntgenuntersuchung festgestellt werden. Die Gallenblase kann mit käsigen Massen angefüllt sein. Heilt die Erkrankung aus, wird das zerstörte Gallengangsgewebe repariert und verkalkt (ISENBÜGEL 1985, KÖTSCHKE und GOTTSCHALK 1990, GENTZ et al 1995).

Eine Infektion mit Encephalitozoon cuniculi kann die Leber mitbetreffen. Dies äußert sich durch Hepatomegalie mit Nekrosen und periportal lymphohistiozytären Infiltraten (KÜCKEN et al 1987, FUENTEALBA et al 1992, MEYER-BRECKWOLDT 1996).

Zahlreiche bakterielle systemische Infektionen verlaufen unter Einbeziehung der Leber (siehe 2.3.8.). WOLVEKAMP und OSCHWALD (1991) stellen röntgenologisch eine raumfordernde Umfangsvermehrung im kranialen Abdomen dar, die sich als Leberabszess erweist.

Nicht-infektiöse Erkrankungen

Leberverfettung ist bei Kaninchen häufig. Sie führt bei adipösen Tieren zu einer leichten bis mittelgradigen Hepatomegalie. Leberlipidose infolge negativer Energiebilanz tritt insbesondere bei anorektischen Kaninchen auf, kann aber auch bei hochtragenden und säugenden Häsinnen vorkommen. Weitere Ursachen für Leberverfettung sind Hypoxämie und toxische Schädigungen, vor allem durch Bakterientoxine und Pflanzengifte (KÖTSCHKE und GOTTSCHALK 1990, JENKINS 1997b, RAMER et al 1999). Auch fokale Verfettungen kleiner Leberbezirke ohne nachvollziehbare Pathogenese kommen vor (KAUFMANN und QUIST 1973).

Neoplasien

Das maligne Lymphom, das die Leber miteinbezieht, ist nach dem Uteruskarzinom die zweithäufigste Tumorart beim Kaninchen (WEISBROTH 1994). Es fällt eine deutliche Hepatomegalie auf, die auch röntgenologisch nachgewiesen werden kann (WEBER und WILLIMZIK 1998).

2.3.2. Milz

Infektionen

Milzschwellung und -nekrosen können bei zahlreichen systemischen Infektionen und bei Septikämien beobachtet werden. Besonders starke Milzschwellung beobachtet man bei Toxoplasmose. Beim Kaninchenschnupfen ist die Milz nicht immer vergrößert (KÖTSCHKE und GOTTSCHALK 1990, KRODÉKON et al 1999).

Neoplasien

Als pathognomonisch für das maligne Lymphom beim Kaninchen wird eine Splenomegalie angesehen, die gemeinsam mit Lymphadenopathie, Hepato- und Renomegalie auftritt (WEISBROTH 1994). Die Milz ist bei dieser Erkrankung in der Regel stark vergrößert und speckig-knotig verändert (KÖTSCHKE und GOTTSCHALK 1990).

Die röntgenologische Darstellung von Milzvergrößerungen wird in der Literatur nicht beschrieben.

2.3.3. Magen-Darmtrakt

Infektionen

In der Literatur werden infektiöse Darmerkrankungen bei Kaninchen sehr häufig beschrieben. Enterotoxämie oder Sepsis führen bei erkrankten Tieren oft schnell zum Tod. Als Erreger werden vor allem E. coli und Clostridien genannt (OSTLER 1961, UYSAL 1989, JENKINS 1997b). Bei Heimtieren sind Enteritiden allerdings häufiger durch Fütterungsfehler als durch eine spezifische Infektion bedingt (MÖLLER 1984).

Aufgasen und Obstipationen von Magen oder Darmabschnitten sind röntgenologisch gut darstellbare Anzeichen von Erkrankungen aus dem Enteritiskomplex (HLOUSKOVA 1993).

Nicht-infektiöse Erkrankungen

Die Aufnahme von übergroßen Futtermengen kann zu Magenüberladung führen. Durch gärendes Futter kann eine Magentympanie entstehen. (ISENBÜGEL 1985, KÖTSCHKE und GOTTSCHALK 1990).

Äußerst häufig tritt bei Kaninchen eine subakute oder chronische Magenstase auf. Durch gestörte Magenmotorik, mangelhaften Weitertransport des Futters und Anorexie kommt es zum Eintrocknen des Mageninhalts und damit zur Obstruktion des Magens. Ursache für das Syndrom kann z.B. ein Trichobezoar sein.

Ein akuter Obstruktionsileus kommt bei Kaninchen selten vor (JENKINS 1997b, RAMER et al 1999). Häufig wird dagegen ein sekundärer paralytischer Ileus in Folge eines stark gestörten Allgemeinbefindens beobachtet (KREMPELS et al 2000).

Obstipationen des Dickdarmes kommen als selbstständige Erkrankung oder als Folge einer Magenstase vor (ISENBÜGEL 1985).

Darmtympanie ist ein häufiges Symptom bei verschiedenen Magen-Darm-Störungen des Kaninchens. Genereller Meteorismus tritt oft als prämortales Symptom auf, z.B. bei Urämie oder Vergiftungen (ISENBÜGEL 1985, KÖTSCHKE und GOTTSCHALK 1990, HLOUSKOVA 1993).

Röntgenologisch nachweisbar sind Magenüberladung, -obstipation und -tympanie, Dünndarmobstipation und -tympanie, Blinddarmdilatation, -obstipation und -tympanie sowie Darmparalyse (HINTON und GIBBS 1982, HLOUSKOVA 1993). HLOUSKOVA (1993) und JENKINS (1997b) sehen in der Röntgenuntersuchung keine Möglichkeit zur sicheren Diagnose eines Haarballens im Magen. Nach WOLVEKAMP und OSCHWALD (1991) dagegen sind Trichobezoare bei nüchternen Kaninchen darstellbar.

Neoplasien

Beim Auftreten eines malignen Lymphoms sind beim Kaninchen oft die lymphoiden Gewebe des Magen-Darm-Traktes mitbetroffen (WEISBROTH 1994).

2.3.4. Nieren

Infektionen

Bakterielle Infektionen der Nieren treten bei Kaninchen häufig auf. HINTON (1981) findet derartige Nierenschäden vor allem bei Jungtieren. Er beschreibt Abszesse in Nierenrinde und -mark, Nephritis, Pyelonephritis und Pyelitis. Pyelonephritis kann auch eine Begleiterscheinung anderer Erkrankungen des Urogenitaltraktes wie Zystitis, Ovarabszess und Pyometra sein (SCHMIDTKE und SCHMIDTKE 1976, GARIBALDI et al 1987, JOHNSON und WOLF 1993). Solche Pyelonephritiden sind eine mögliche Ursache für akutes oder chronisches Nierenversagen bei älteren Kaninchen (PAUL-MURPHY 1997).

Interstitielle Nephritis ist einer der häufigsten Befunde bei Kaninchenobduktionen (OSTLER 1961, HENRIKSEN 1982). Auch bei der histologischen Untersuchung von Nieren klinisch unauffälliger Kaninchen werden oft derartige Veränderungen gefunden. HINTON (1981) stellt bei 25% offensichtlich gesunder Kaninchen histologisch Nierenveränderungen fest. TESTONI (1974) findet an 7% der Nieren junger gesunder Kaninchen bereits makroskopisch erkennbare Läsionen. Histologisch war bei 72% der Nieren eine akute, subakute oder chronische interstitielle Nephritis festzustellen.

Bei akuten und subakuten interstitiellen Nephritiden steht die Infiltration mit Entzündungszellen im Vordergrund. Die Niere kann vergrößert sein. Bei chronischen Erkrankungen werden kleine Parenchymbereiche durch fibröses Gewebe ersetzt. Es können sich dabei narbige Einziehungen an der Nierenoberfläche bilden, die makroskopisch als 2 bis 3 mm große graue Punkte erkennbar sind. In schweren Fällen werden degenerierte Tubuli zunehmend durch fibröses Gewebe ersetzt. Die normale Nierenarchitektur wird zerstört, die Niere bekommt eine irreguläre Oberfläche (OSTLER 1961, KOLLER 1969, TESTONI 1974). In Fällen mit ausgeprägten narbigen Einziehungen der Nierenrinde findet HINTON (1981) oft auch eine dystrophische Verkalkung des Nierenparenchyms.

Als häufigste Ursache der interstitiellen Nephritis sehen alle Autoren eine Infektion mit *Encephalitozoon cuniculi* an. Diese Infektion wird oft als mild, subklinisch und chronisch verlaufend beschrieben (KOLLER 1969, TESTONI 1974, ISENBÜGEL 1985, PAUL-MURPHY 1997). Gut 40% der in Tierkliniken vorgestellten Heimtierkaninchen haben Antikörper gegen den Erreger (MEYER-BRECKWOLDT 1996, EWRINGMANN 1998). EWRINGMANN (1998) stellt bei 40,8% der seropositiven Tiere klinische Symptome einer Encephalitozoonose fest. Davon zeigen rund 1/3 Symptome einer Niereninsuffizienz, v.a Apathie und Inappetenz, nicht selten auch Anämie und sekundäre renale Osteodystrophie. Niereninsuffizienz bei seronegativen Tieren findet EWRINGMANN (1998) lediglich in Einzelfällen mit Pyelonephritis.

Nicht-infektiöse Erkrankungen

Gelegentlich werden bei klinisch unauffälligen Kaninchen Ablagerungen von Kalzium-Apatit in der Nierenrinde gefunden. In der Mehrzahl der Fälle sind diese nur mikroskopisch sichtbar (FLATT und CARPENTER 1970). HLOUSKOVA (1993) beschreibt Kalzifizierung des Nierenparenchyms bei stoffwechselbedingten Nephrosen. Dabei fällt röntgenologisch die erhöhte Schattendichte der Niere auf. Toxische Nephrosen bei Kaninchen werden im Zusammenhang mit Tumorerkrankung (PLETCHER und MURPHY 1984) oder als Nebenwirkung von Medikamenten (PAUL-MURPHY 1997) beschrieben.

Spontane Amyloidnephrosen können bei Häsinnen mit chronischer Pyometra vorkommen (HINTON 1981, HOFMANN und HIXSON 1986).

Mehrere Autoren beschreiben das Auftreten von Nierensteinen bei Kaninchen. Eine solche Konkrementbildung kann auf eine Hyperkalzämie bei Störungen der Nierenfunktion zurückzuführen sein (HINTON 1981, GARIBALDI und PECQUET GOAD 1988, MAIER und LUTTER 1989, PAUL-MURPHY 1997). Bei der Röntgenuntersuchung des Kaninchenabdomens sind Nierensteine häufig ein Zufallsbefund. Sie liegen vor allem im Nierenbecken (HINTON und GIBBS 1982, HLOUSKOVA 1993, CAPELLO 2004). Bei gleichzeitiger Nierenatrophie ist der kalkdichte Stein nur von einem schmalen weichteildichten Saum aus Nierenparenchym umgeben (HLOUSKOVA 1993). Mineralisation des Nierenbeckens kann ebenfalls vorkommen und röntgenologisch dargestellt werden (STEFANACCI und HOEFER 1997).

Kleine, subkapsuläre Nierenzysten beim Kaninchen sind erblich. Sie haben klinisch keine Bedeutung (LINDSEY 1974).

Neoplasien

Als primäre Nierentumoren werden beim Kaninchen hauptsächlich große embryonale Nephroblastome beschrieben. WEISBROTH (1994) stellt 15 Veröffentlichungen über diesen Tumor zusammen.

Beim malignen Lymphom des Kaninchens sind die Nieren oft mitbetroffen (KRAACK 1971, HINTON 1981, KÖTSCHE und GOTTSCHALK 1990, WEBER und WILLIMZIK 1998).

2.3.5. Harnblase

Infektionen

Bei Kaninchen sind bakterielle Infektionen nur gelegentlich die Ursache von Blasenenerkrankungen (MÖLLER 1984, PAUL-MURPHY 1997).

Bei Infektionen mit *Encephalitozoon cuniculi* kann die Blase stark gestaut sein. Dies kommt nicht durch direkte Einwirkung des Erregers zustande, sondern durch die mit der Erkrankung einhergehenden Nervenschäden (KÜCKEN et al 1987).

Nicht-infektiöse Erkrankungen

Urolithiasis tritt bei Kaninchen häufig auf. Es handelt sich in der Regel um Calcitsteine. Die Steinbildung erfolgt meist unabhängig von einer bakteriellen Infektion (BRÜHL 1989). Wie bereits unter 2.2.6. dargestellt, wird Kristallurie bei Kaninchen als physiologischer Befund angesehen (FLATT und CARPENTER 1971). Verschiedene Faktoren werden diskutiert, die im Einzelfall dazu führen, dass aus dem physiologischen Sediment pathologischer Blasenschlamm, größere Konkreme und Harnwegserkrankungen entstehen (GARIBALDI et al 1987, BRÜHL 1989, PAUL-MURPHY 1997, HARCOURT-BROWN 2002a).

Blasen- und Harnröhrensteine können beim Kaninchen sehr groß werden; es werden bis zu wachteleigroße und 25 g schwere Steine beschrieben. Trotzdem stellen sie häufig Zufallsbefunde dar (MAYRHOFER und PFEIL 1985, BRÜHL 1989, MAIER und LUTTER 1989, HLOUSKOVA 1993, PUMP 1993, EWRINGMANN und BELZNER 1999). Typische

Symptome und Störungen des Allgemeinbefindens treten vor allem auf, wenn sekundär durch Blasenschlamm, Blasensteine oder durch Harnstau eine Zystitis entsteht. Diese Zystitiden sind häufig steril. Zu hochgradigen Symptomen und Todesfällen kommt es bei Verschluss der Harnröhre durch Konkrementen (WASEL 1979, MAYRHOFER und PFEIL 1985, GARIBALDI et al 1987, MAIER und LUTTER 1989, WHARY und PEPPER 1994, PAUL-MURPHY 1997, EWRINGMANN und BELZNER 1999).

Röntgenologisch sind Blasen- und Harnröhrensteine gut nachzuweisen. Viele Blasensteine sind deutlich geschichtet mit glatter Oberfläche. (HLOUSKOVA 1993, PUMP 1993, EWRINGMANN und BELZNER 1999, RAPPOLD 2001).

Schwierigkeiten bereitet die Abgrenzung des oft sehr röntgendichten physiologischen sedimentreichen Harns von pathologischem Blasenschlamm. Eine massive Verschattung der Blase (Kontrastmitteldichte) und eine Ansammlung sehr dichten Materials im Zentrum der Blase sehen HOLLMANN und HOLLMANN (2001) und CAPELLO (2004) als röntgenologischen Hinweis auf das Vorliegen von pathologischem Blasenschlamm an. Eine solche massive Verschattung der Blase kann bei der Röntgenuntersuchung einen Blasenstein verdecken (PAUL-MURPHY 1997).

Grundsätzlich können röntgenologisch nachgewiesene Verschattungen der Blase bei Kaninchen nur in Zusammenhang mit der klinischen Symptomatik sicher bewertet werden. (MAYRHOFER und PFEIL 1985, MAIER und LUTTER 1989, FEHR 1990, HLOUSKOVA 1993).

Neoplasien

GARIBALDI et al (1987) finden bei der Untersuchung von 13 Kaninchen mit Hämaturie nur in einem Fall Blasenpolypen. Auch Blasenwandtumoren sind extrem seltene Einzelfälle (WEISBROTH 1994).

2.3.6. Weibliche Geschlechtsorgane

Infektionen

Bakterielle Infektionen des Uterus sind bei Zuchthäsinnen häufig (FLATT 1969, CAROLAN 1986, HOLLIMAN und GIRVAN 1986, JOHNSON und WOLF 1993, KRODÉKON et al 1999). Die Erreger können aufsteigend oder bei septischen Erkrankungen hämatogen in die Gebärmutter gelangen. Eine isolierte milde Endometritis kann lange Zeit bestehen, ohne dass das Allgemeinbefinden der Häsin gestört ist (FLATT 1974, KÖTSCHE und GOTTSCHALK 1990, PAUL-MURPHY 1997). Bei chronischen Gebärmutterinfektionen ist die Ausbildung großer Pyometren möglich. Pyometren treten gelegentlich auch bei Häsinen auf, die nie zur Zucht genutzt wurden (HOFMANN und HIXSON 1986, JOHNSON und WOLF 1993, PAUL-MURPHY 1997). Bei Heimtieren ist diese Erkrankung aber sehr selten (SAITO et al 2002). Röntgenologisch können bei Pyometren Verkalkungen des Uterus darstellbar sein (WOLVEKAMP und OSCHWALD 1991).

Pasteurelleninfektionen betreffen oft neben der Gebärmutter auch die übrigen Abschnitte des Genitaltraktes. Vaginitis, Pyosalpingitis und Ovarabszesse können auftreten (JOHNSON und WOLF 1993, KRODÉKON et al 1999).

Nicht-infektiöse Erkrankungen

Mehrere Autoren beschreiben Hydrometren bei Kaninchen. In einigen Fällen kann die Flüssigkeitsansammlung in der Gebärmutter auf einen Verschluss des Uteruslumens durch Tumoren oder Uterustorsion zurückgeführt werden (BABA und VON HAAM 1972, HOBBS und PARKER 1990). In anderen Fällen treten Hydrometren ohne nachweisbare Ursache auf (MORRELL 1989, BRAY et al 1991, SAITO et al 2002). Nach MORRELL (1989) sind ausschließlich nicht zur Zucht genutzte Tiere betroffen. Der erkrankte Uterus kann bis zu 11 Flüssigkeit enthalten.

HLOUSKOVA (1993) diagnostiziert bei 3 Häsinnen röntgenologisch eine Flüssigkeitsfüllung der Gebärmutter. In einem dieser Fälle sind 2/3 des Abdomens homogen durch den Uterus verschattet, der das Darmkonvolut verdrängt. Bei der Probeparotomie wird eine Hydrometra diagnostiziert. Bei den beiden anderen Häsinnen, bei denen sich der veränderte Uterus im Röntgenbild daumendick darstellt, erweist sich die Veränderung als Hämometra. SCHALL (1995) zeigt das Röntgenbild einer voluminöseren Hämometra. LODE et al (2003) können dagegen bei 8 Häsinnen mit Hämometra röntgenologisch keine Uterusveränderung diagnostizieren. Nach HLOUSKOVA (1993) ist die Differentialdiagnose bei Uterusvergrößerungen nur durch eine Laparotomie möglich.

Selbstständige Erkrankungen der Ovarien werden kaum beschrieben. HENRIKSEN (1982) findet bei 651 von ihm seziierten Kaninchen nur in 3 Fällen Ovarzysten; LODE et al (2003) stellen bei einer von 8 Häsinnen mit Endometriumhyperplasie beidseits Ovarzysten fest. Als Zufallsbefund können Verkalkungen der Ovarien auf Röntgenbildern diagnostiziert werden (WOLVEKAMP und OSCHWALD 1991, HLOUSKOVA 1993).

Hyperplasien und Neoplasien

Das Auftreten von Endometriumhyperplasie bei Häsinnen wird häufig beschrieben. Sie kann zu Hämaturie führen (GARIBALDI et al 1987, SAITO et al 2002, LODE et al 2003). In der Literatur gibt es keine Angaben darüber, in welchem Maße die Endometriumhyperplasie bei alten Tieren als physiologisch zu bewerten ist. Eine zystische Endometriumhyperplasie wird von vielen Autoren als Vorstufe zur Tumorbildung angesehen (POLSON 1927, BURROWS 1940, GREENE und STRAUSS 1949, ELSINGHORST 1987). Polypoide Zubildungen der Mucosa werden von GREENE und SAXTON (1938) und BURROWS (1940) bereits als frühes Tumorstadium betrachtet. BABA und VON HAAM (1972) sehen dagegen keinen Zusammenhang zwischen Endometriumhyperplasie und Tumorentstehung.

Kombiniert mit Uterusveränderungen treten häufig zystische Hyperplasien und Tumoren des Gesäuges auf. Als gemeinsame Ursache der Veränderungen wird eine Verschiebung des Östrogen-Progesteron-Verhältnisses zugunsten des Östrogens angesehen. Diese Störung tritt vermehrt bei dauernder „Anovulation“ auf, wie sie bei einzeln gehaltenen, nicht zur Zucht genutzten Tieren die Regel ist (BURROWS 1940, GREENE und STRAUSS 1949, ELSINGHORST 1987, SAITO et al 2002).

Das Adenokarzinom des Uterus ist der mit Abstand häufigste Tumor des Kaninchens (POLSON 1927, WEISBROTH 1994). ELSINGHORST (1987) stellt bei über 50% der von ihr seziierten Häsinnen Adenokarzinome des Uterus fest, seltener Leiomyome und

-myosarkome. Es handelt sich um nicht zur Zucht eingesetzte Tiere, die im Alter von 1,5 bis 10 Jahren gestorben sind. BABA und VON HAAM (1972) finden an den Uteri von 4- bis 7-jährigen Häsinnen in fast 20% der Fälle Adenokarzinome. GREENE (1941) errechnet in einer Zuchtkolonie eine Inzidenz von Uterustumoren von 4,2% bei 2- bis 3-jährigen, 20,8% bei 3- bis 4-jährigen, 63,3% bei 4- bis 5-jährigen und 79,1% bei 5- bis 6-jährigen Häsinnen. Als Gesamtinzidenz gibt er 16,7% bei über 2-jährigen weiblichen Kaninchen an. Er stellt deutliche Unterschiede in der Inzidenz bei verschiedenen Rassen fest. Die oft zitierte hohe Tumorzinzidenz bei Französisch-Silber und Lohe-Kaninchen beruht jedoch auf der Untersuchung von jeweils nur 4 Tieren und wird daher von GREENE (1941) selbst als zweifelhaft angesehen.

Die jüngste Häsin, bei der in der Literatur ein Adenokarzinom des Uterus beschrieben wird, war 6 Monate alt (LANDSDOWN et al 1980).

Beim Kaninchen entstehen Uterustumoren meist multipel an beiden Hörnern. Solitäre Tumoren findet man oft an der Hornspitze. Die einzelnen Tumoren haben einen Durchmesser von bis zu 50 mm. Palpierbar sind sie ab einem Durchmesser von 10 mm. Zu diesem Zeitpunkt wachsen sie bereits invasiv in die Muscularis. Metastasen bilden sich erst, wenn der Primärtumor stark nekrotisiert. Dies ist in der Regel nach einem Jahr der Fall. Der überwiegende Anteil der Metastasen sind Lungenmetastasen (GREENE und SAXTON 1938, BURROWS 1940, BABA und VON HAAM 1972, ELSINGHORST 1987).

Bei Heimtieren ist schleimiger oder blutiger Ausfluss häufig das erste Symptom eines Uterustumors (RYAN 1980, HLOUSKOVA 1993, PAUL-MURPHY 1997, SAITO et al 2002). Dieser tritt allerdings erst in späteren Stadien der Erkrankung auf (GREENE und SAXTON 1938). Bei fortgeschrittener Erkrankung und vor allem bei Metastasierung können zusätzlich Inappetenz, Abmagerung, Aszites und Dyspnoe auftreten (GREENE und SAXTON 1938, RYAN 1980, PAUL-MURPHY 1997, SOMMERVILLE 1998).

Röntgenologisch stellen sich Uteruskarzinome als Massen unterschiedlicher Größe im kaudalen bis mittleren Abdomen dar. Sie können stellenweise mineralisiert sein (RYAN 1980, HINTON und GIBBS 1982, GARIBALDI et al 1987, HLOUSKOVA 1993, STEFANACCI und HOEFER 1997, SOMMERVILLE 1998, VOSS UND HOSPES 1998, NIEBERGALL 2003).

Ein Ovariumtumor mit Metastasierung in den Uterus wird von SAITO et al (2002) beschrieben.

2.3.7. Scheinträchtigkeit, Trächtigkeit und Geburt

Bei Häsinnen kommt es häufig zu Scheinträchtigkeiten (KÖTSCHE und GOTTSCHALK 1990). Während einer Pseudogravidität sind Uterus und Milchdrüsen vergrößert (ASDELL und SALISBURY 1933, JANIAC 1971). BURROWS (1940) findet Scheinträchtigkeit gehäuft bei Häsinnen mit Uterustumoren.

Bei Röntgenuntersuchungen werden gelegentlich mumifizierte Früchte festgestellt: Im kaudoventralen Abdomen betroffener Häsinnen befinden sich unregelmäßige fetale Skelettanteile (HINTON und GIBBS 1982, WOLVEKAMP und OSCHWALD 1991). Knochenähnliche Strukturen und eine wolkige Verschattung in der Uterusregion stellt NIEBERGALL (2003) röntgenologisch bei einer Häsin dar, bei der mazerierte Früchte zur Ausbildung einer Pyometra führten.

Geburtsstörungen kommen beim Kaninchen im allgemeinen selten vor (PAUL-MURPHY 1997). HINTON und GIBBS (1982) diagnostizieren eine Dystokie röntgenologisch bei einem Tier, das wegen „Massen“ im Abdomen vorgestellt wird.

2.3.8. Bauchhöhle und Peritoneum

Infektionen

Generalisierte bakterielle Infektionen können alle Organe der Bauchhöhle betreffen. Insbesondere Pasteurellen- und Staphylokokkeninfektionen können zur Abszessbildung in den Organen führen (DELONG und MANNING 1994, SCHALL 1995, DEEB 1997). Bei Kaninchenschupfen und Pasteurellenmetritiden kann sich eine fibrinöse Peritonitis ausbilden (KÖTSCHKE und GOTTSCHALK 1990, KRODÉKON et al 1999). HINTON und GIBBS (1982) stellen röntgenologisch bei 3 Tieren kalzifizierte Abszesse in der Bauchhöhle dar. Bei 2 Tieren gehen die Abszesse von der Bauchwand aus. Bei dem dritten Tier liegt ein einzelner Abszess intraabdominal, ohne Symptome zu verursachen.

Nicht-infektiöse Erkrankungen

Ausgeprägte Adipositas ist insbesondere bei Heimtierkaninchen sehr häufig. Im Abdomen solcher Tiere sind oft riesige feste Knoten zu palpieren. (ISENBÜGEL 1985).

Röntgenologisch ist Adipositas gut darstellbar. Oftmals kommt es zu nekrotisierenden Entzündungen oder sogar zu Abszessbildung im Fett. Solche nekrotischen Bereiche fallen im Röntgenbild durch dystrophische Verkalkung auf (WOLVEKAMP und OSCHWALD 1991, HLOUSKOVA 1993).

Als Ursache von Aszites bei Kaninchen werden Adenokarzinom des Uterus, Herzerkrankungen und Uroperitoneum nach Harnröhrenruptur aufgrund von Urolithiasis beschrieben (HINTON und GIBBS 1982, MAYRHOFER und PFEIL 1985, WOLVEKAMP und OSCHWALD 1991, SOMMERVILLE 1998). HLOUSKOVA (1993) erwähnt Aszites insbesondere als röntgenologische Differentialdiagnose zu großen Hydrometren.

Neoplasien

GREENE und SAXTON (1938) finden häufig miliare Metastasen von Uteruskarzinomen auf den Serosen der Bauchhöhle.

2.4. Referenzwerte für die Labordiagnostik

2.4.1. Einleitung

In der amerikanischen Literatur wird empfohlen, beim jungen gesunden Heimtierkaninchen individuelle „Basiswerte“ als Referenzwerte zu erstellen. So können bei späteren Blutuntersuchungen die Ergebnisse besser beurteilt werden als anhand der unzuverlässigen Referenzwerte aus der Literatur (TE SELLE 1995).

Diese der Literatur zu entnehmenden Referenzwerte differieren stark, insbesondere die Referenzwerte für Harnstoff und Kreatinin. Angaben darüber, wie der Gesundheitszustand der Versuchstiere definiert wurde, fehlen meistens. In dieser Arbeit werden die

Untersuchungsergebnisse anhand der Dissertationen von EWRINGMANN (1998) und NIEBERGALL (2003) und anhand der Referenzwerttabelle für das Reflotron (Firma scil-Animal Care Company) beurteilt. EWRINGMANN (1998) und NIEBERGALL (2003) unterzogen die Kaninchen vor der Blutentnahme einer kompletten klinischen Untersuchung, EWRINGMANN (1998) testete zusätzlich das Blutserum auf E.cuniculi-Antikörper. Genauere Angaben über die für die Reflotron-Referenzwerttabelle herangezogenen Versuchstiere fehlen.

2.4.2. Blutbild

Tab. 2: Referenzwerte für die Beurteilung des Blutbildes bei Kaninchen

Referenzwerte für die Beurteilung des Blutbildes	EWRINGMANN (1998)
	(Minimum-Maximum bei gesunden, E.cuniculi negativen Tieren)
Leukozyten ($10^3/\mu\text{l}$)	2 - 12,1
Erythrozyten ($10^6/\mu\text{l}$)	4,17 - 8,45
Hämoglobin (g/dl)	8,4 - 16,6

2.4.3. Leber

Tab. 3: Referenzwerte für die Beurteilung der Lebergesundheit bei Kaninchen

Referenzwerte für die Beurteilung der Lebergesundheit	EWRINGMANN (1998)	Referenzwerttabelle für das Reflotron (Firma scil)
	(Minimum-Maximum bei gesunden, E.cuniculi negativen Tieren)	?
GOT (U/l)	3 - 37	8 - 25
GPT (U/l)	5 - 51	18 - 65
ALP (U/l)	16 - 174	

Gesamteiweiß (g/dl): 54 – 75 (GILLETT 1994)

2.4.4. Nieren

Tab. 4: Referenzwerte für die Beurteilung der Nierengesundheit bei Kaninchen

Referenzwerte für die Beurteilung der Nierengesundheit	EWRINGMANN (1998)	NIEBERGALL (2003)	Referenzwerttabelle für das Reflotron (Firma scil)
	(Minimum-Maximum bei gesunden, E.cuniculi negativen Tieren)	(Minimum-Maximum bei gesunden Tieren, "Extremwerte" ausgenommen)	?
Urea (mg/dl)	13 - 40	13 - 49,1	20 - 60
Krea (mg/dl)	0,5 - 1,77	0,37 - 1,52	0,8 - 2,9

Sonographie des Abdomens bei Kleinsäufern (Frettchen, Kaninchen, Nager)

2.5. Voraussetzungen und Vorbereitungen für die Sonographie des Abdomens

2.5.1. Einleitung

Die aufgeführten Grundlagen zur Ultraschalluntersuchung der Abdominalorgane mussten der umfangreichen Literatur über die Sonographie bei Hunden und Katzen entnommen werden. Veröffentlichungen über die Ultraschalluntersuchung von Kleinsäufern setzen in der Regel Grundlagenkenntnisse der Kleintiersonographie voraus.

2.5.2. Wahl des Schallkopfes

Grundlagen: Vor- und Nachteile verschiedener Schallkopfformen

Für die Kleintiersonographie werden in der Regel Sektorschallköpfe benutzt (BARR 1988). Sie bieten den Vorteil einer kleinen Auflagefläche und können leicht gekippt werden. Sie haben allerdings im Nahfeld eine schlechtere Auflösung als Linearschallköpfe (HITTMAIR 1991). Diese kann zwar durch die Verwendung einer aufsteckbaren Vorlaufstrecke verbessert werden, dadurch wird der Schallkopf aber unhandlicher und es treten vermehrt Spiegelartefakte auf (PYCZAK 1990, POULSEN-NAUTRUP 1996). Günstiger ist die Verwendung von Sektorschallköpfen mit integrierter Vorlaufstrecke (GÜNZEL-APEL et al 1998).

Konvexschallköpfe bieten bis zu einem gewissen Grad die Vorteile von Sektor- und Linearschallkopf (KAEMMERER 1984, LOHSS 1988, KIEFER et al 2000). Sie können gut bei sehr kleinen Tieren eingesetzt werden, bei denen sowohl eine kleine Ankopplungsfläche als auch eine gute Auflösung im Nahfeld wünschenswert ist.

Linearschallköpfe finden v.a. bei der Untersuchung oberflächlich gelegener Organe Anwendung, z.B. bei der Sonographie der Milz (SCHOLZ 1992, MAI und BEGON 1997), der Ovarien (PYCZAK 1990), der Nieren und der Harnblase (KNAUFF 1987, VÖRÖS et al 1993).

Schallkopfwahl für die Abdomensonographie bei Kleinsäufern

In Abhängigkeit von der untersuchten Tierart und dem darzustellenden Organ können unterschiedliche Schallköpfe zur Anwendung kommen. Eine Zusammenstellung der von verschiedenen Autoren empfohlenen und verwendeten Schallkopfformen und Frequenzen soll zur besseren Übersicht tabellarisch erfolgen.

Tab. 5: Wahl des Schallkopfes für die Abdomensonographie bei Kleinsäugetern

Tierart	Objekt	Frequenz in MHz	Schallkopf-form	Autor	Jahr
Frettchen	Uterus/Ovartumor	5	Sektor	SCHMIDT	1986
	Trächtigkeit	5	Linear	PETER et al	1990
	Nebenniere	7,5	Sektor	KUPERSMITH und BAUCK	1991
	Nebenniere	7	Linear	NEUWIRTH et al	1993
	Nebenniere	7,5	Linear/Sektor	ACKERMANN et al	1994
	Uterus	7,5	Linear	WEBER und WILLIMZIK	1994
	Nebenniere	7,5	Linear	O'BRIEN et al	1996
	Nebenniere	7,5	Linear	NEUWIRTH et al	1997
	Lymphknoten im Abd.	7,5	Linear	PAUL-MURPHY et al	1999
	Nebenniere, Abdomen	7,5	Sektor	MULLER et al	2001
Abdomen	12	Linear	REESE und FRINGS	2004	
Kaninchen	Niere	5	Linear	LEGRAND	1981
	Trächtigkeit	5	Linear	CUBBERLEY	1982
	Abdomen	>5	Konvex am besten	KAEMMERER	1984
	Niere	7,5	Sektor	KAUDE et al	1984
	Trächtigkeit	5	Linear	INABA et al	1986
	Leber	5	?	ITO et al	1988
	Trächtigkeit	3,5	?	HASHIMOTO et al	1988
	Trächtigkeit	9	?	TAINTURIER	1988
	Niere	7,5 und 5	Linear/Sektor	ACKERMANN et al	1989
	abdominelle Gefäße	7	Linear	BARTSCH	1993
	Trächtigkeit	5 (2-9)	Sektor	RINCK et al	1993
	Leber	10	Konvex	HONG et al	1994
	Urogenitaltrakt	7,5	Linear/Sektor	ENGELKE	1997
	Niere	10	Sektor	CRAMER	1998a,b
	Blase, Uterus	5	Sektor	VOSS und HOSPES	1998
Trächtigkeit	7,5	Sektor	THIELEBEIN und MEISSNER	1998	
Urogenitaltrakt	12,5	Linear	NIEBERGALL	2003	
Meerschweinchen	Abdomen	>5	Konvex am besten	KAEMMERER	1984
	Trächtigkeit	5	Linear	INABA und MORI	1986
	Urogenitaltrakt	7,5	Linear/Sektor	ENGELKE	1997
	Uterus	10	?	PORTER et al	1997
	Leber, Nebenniere Urogenitaltrakt	7,5	Sektor	GASCHEN et al	1998
	Abdomen	7,5 (6-10)	Sektor	BEREGI et al	2000a,b
	Urogenitaltrakt	12,5	Linear	NIEBERGALL	2003
Ratte	Trächtigkeit	5	Linear	INABA und INOUE	1985
	Niere	5	Sektor	SUZUKI et al	1987
Kleinnager	Abdomen	7,5	Sektor	SILVERMAN	1993
	Abdomen	6 und 10	Sektor	BEREGI et al	1999
"sehr kleine Tiere"	Abdomen	10	?	MAI	1999

2.5.3. Vorbereitung und Lagerung des Patienten

Grundlagen: Vorbereitung der Haut

Bei Verwendung von hochfrequenten Schallköpfen (7,5 MHz und mehr) muss die Haut vor der Sonographie unbedingt geschoren werden (POULSEN-NAUTRUP 1996).

In jedem Fall ist für eine gute Ankopplung des Schallkopfes an die Haut die Verwendung einer ausreichenden Menge Ultraschallgel notwendig, das einige Minuten einwirken muss (FEENEY et al 1985, CARNIEL 1987a, KAPLAN 1991, FRITSCH und GERWING 1993). Wird die Haut vor der Ultraschalluntersuchung mit hochprozentigem Alkohol entfettet, verbessert sich die Ankopplung wesentlich (KNAUFF 1987, BARR 1988, GROF 1992, SCHOLZ 1992).

Grundlagen: Vorbereitung und Lagerung des Patienten

In der Literatur herrscht fast einheitlich die Ansicht, dass für die Ultraschalluntersuchung von Hunden und Katzen in der Regel keine Sedation notwendig ist (z.B. POULSEN-NAUTRUP 1996). Vor der Untersuchung sollten die Tiere möglichst wenig manipuliert werden. So erreicht man eine bessere Kooperation des Patienten und vermeidet durch Aufregung bedingtes Aufgasen von Magen und Darm (HERRING 1986, LOHSS 1988, POULSEN-NAUTRUP 1996).

Die Tiere sollten nüchtern zur Untersuchung kommen. Viele Autoren halten ein 12- bis 24-stündiges Fasten für günstig (KNAUFF 1987, LOHSS 1988, KAPLAN 1991 u.a.). Die Harnblase sollte zur Sonographie mittelgradig gefüllt sein. So kann sie selbst am besten beurteilt werden (PRÜFER 1994, FINN-BODNER 1995) und außerdem als Schallfenster für die Untersuchung benachbarter Organe (z.B. Uterus) dienen (SCHMIDT 1986, CARNIEL 1987b, LÜERSSSEN et al 1996). Ist zum Untersuchungszeitpunkt kein Harn in der Blase, so kann dem Patienten Furosemid gegeben werden (LÜERSSSEN et al 1996).

Die Lagerung während der sonographischen Untersuchung sollte für den Patienten möglichst angenehm sein. Hunde und Katzen können in Rücken- oder Seitenlage oder im Stehen untersucht werden (SCHMIDT 1986, LOHSS 1988, POULSEN-NAUTRUP 1996 u.a.).

Vorbereitung und Lagerung von Kleinsäugetieren

Frettchen werden von REESE und FRINGS (2004) zur Ultraschalluntersuchung nicht sediert, sondern nur in Rückenlage manuell fixiert und mit Vitaminpaste abgelenkt. Die meisten anderen Untersucher sedieren Frettchen vor der Sonographie. Davon abgesehen erfolgt die Untersuchung wie bei Katzen (PETER et al 1990, O'BRIEN et al 1996, NEUWIRTH et al 1997, PAUL-MURPHY et al 1999).

Kaninchen müssen für die Sonographie grundsätzlich nicht sediert werden, daher gilt diese Untersuchungsmethode als besonders schonend und gut geeignet für die Diagnostik bei Heimtieren (ENGELKE 1997, MEREDITH und RAYMENT 2000, NIEBERGALL 2003). Im Rahmen von Tierversuchen wird die Sonographie bei Kaninchen allerdings häufig unter Sedation durchgeführt (CUBBERLEY et al 1982, ACKERMANN et al 1989, HONG et al 1994). LEGRAND (1981) verzichtet bei Versuchskaninchen bei der Nieren-sonographie in

vielen Fällen auf eine Sedation. INABA et al (1986), TAINURIER (1988), RINCK et al (1993) und CURLEY (2001) führen sonographische Trächtigkeitsuntersuchungen bei Kaninchen stets ohne Sedation durch. Die Tiere werden dazu von ein bis zwei Helfern in „lässiger Rückenlage“ (englisch „supine position“) fixiert. Der Schallkopf sollte nur leicht aufgedrückt werden, sonst verspürt das Tier unangenehmen Druck auf die Wirbelsäule. Es erleichtert die Untersuchung, wenn das Vorderende des Kaninchens leicht angehoben wird. Dadurch verlagern sich die Organe etwas nach hinten und die Bauchdecke wird weicher (RINCK et al 1993). Dieselbe Lagerungstechnik („Rückenlage in leicht sitzender Position“) verwendet RAPPOLD (2001) für die Nieren- und Blasenultraschalluntersuchung bei Kaninchen. NIEBERGALL (2003) lässt Kaninchen für die Sonographie des Urogenitaltrakts in Rückenlage auf dem Schoß einer Hilfsperson fixieren.

Die Tiere werden für die Ultraschalluntersuchung geschoren (LEGRAND 1981, CUBBERLEY et al 1982, HONG et al 1994, ENGELKE 1997, PASCUAL et al 2000, RAPPOLD 2001, NIEBERGALL 2003). Da die sehr elastische Haut des Kaninchens bei der Untersuchung verschoben werden kann, kommt man mit dem Scheren eines verhältnismäßig kleinen Areals aus (RINCK et al 1993). Die äußerst empfindliche Kaninchenhaut wird leicht durch die Schermaschine verletzt. Daher muss man die Haut beim Scheren glatt ziehen und langsam arbeiten (HILLYER 1994, CURLEY 2001).

Trotz sorgfältiger Hautvorbereitung kann nicht immer eine gute Bildqualität erreicht werden. BARTSCH (1993) stellt bei der Sonographie schlanker und gut rasierter Kaninchen sehr unterschiedliche Bildqualitäten fest. Sie hält individuelle Unterschiede im Aufbau von Muskel- und Fettgewebe, z.B. verschiedenen Bindegewebs- und Flüssigkeitsgehalt, für die Ursache.

Kleinnager wie Maus, Ratte und Hamster können grundsätzlich ohne Sedation untersucht werden (SILVERMAN 1993). KOBAYASHI et al (2001) verbringen unседierte Ratten zur Untersuchung in ein Fixationsrohr. Nur zum Scheren werden die Tiere mit Halothan in Narkose gelegt.

INABA und INOUE (1985) anästhesieren Ratten zur Untersuchung mit Äther. Dieselbe Anästhesie wird von INABA und MORI (1986) bei der Untersuchung von Meerschweinchen verwendet. NIEBERGALL (2003) verzichtet bei der Sonographie des Urogenitaltrakts bei Meerschweinchen auf eine Sedation. Sie lässt die Tiere in Rückenlage auf dem Schoß einer Hilfsperson fixieren. Auch PORTER et al (1997) und BEREGI et al (2000a) sedieren Meerschweinchen bei der Abdomen-Sonographie nicht. Die Tiere werden in einer komfortablen liegenden Position auf einer Gummiunterlage fixiert, Hals und Kopf werden unterstützt. Nur wenn sich das Tier gegen die Rückenlage wehrt, ist eine leichte Sedation notwendig. Die Ankopplungsfläche für den Schallkopf wird geschoren. Den Meerschweinchen sollte einige Stunden vor der Untersuchung das Futter entzogen werden, um den Magen zu entleeren, die Gasbildung im Darm zu vermindern und eine Füllung der Gallenblase zu erreichen (BEREGI et al 2000a).

2.5.4. Festlegung von Bildorientierung und Schnittebenen

Bei der Sonographie von Hunden und Katzen hat sich weitgehend folgende Bildorientierung durchgesetzt: Es wird von der Untersuchung des Patienten in Rückenlage ausgegangen; oben im Bild wird die ventrale, unten im Bild die dorsale und links im Bild die rechte Seite des Patienten dargestellt. Beim Längsschnitt ist links im Bild kranial und rechts im Bild kaudal.

(SCHMIDT 1986, LOHSS 1988, FRITSCH und GERWING 1993, NYLAND et al 1995, POULSEN-NAUTRUP 1996).

Die Bezeichnung der Schnittebenen richtet sich nach der anatomischen Nomenklatur. Die Ebenen beziehen sich auf den Gesamtkörper. Verwirrung kann eine davon abweichende Bezeichnung der Schnitte im Verhältnis zum Organ stiften. Eine einheitliche Nomenklatur hat sich noch nicht durchgesetzt (NYLAND et al 1995).

2.5.5. Festlegung von Messebenen

Gallenblase

An der Gallenblase können die größte Längsausdehnung und der maximale Durchmesser gemessen werden (SCHOLZ 1992).

Milz

Gemessen werden kann die Milztiefe im senkrechten Anschnitt, also bei scharf dargestellter Milzkapsel, direkt neben dem Hilus (GERWING 1989).

Nieren

Die 3 Nierendimensionen Länge, Breite und Tiefe müssen im rechten Winkel zueinander gemessen werden (WALTER et al 1987a, BARR et al 1990).

Nierenlänge: *Maximale Entfernung kranialer Nierenpol - kaudaler Nierenpol*

Dorsalschnitt:

Es wird die maximale kranio-kaudale Ausdehnung der Niere beim Schnitt durch den Nierensinus ermittelt.

Sagittalschnitt:

Beim Abfahren der Niere von medial nach lateral kann ein sagittaler Schnitt genau durch beide Nierenpole eingestellt werden. Diese Ebene mit der maximalen kranio-kaudalen Nierenausdehnung liegt meist weit medial (KNAUFF 1987). Ein gerader Schnitt ist gegeben, wenn der Nierensinus symmetrisch als 2 parallele Linien dargestellt ist (WALTER et al 1987b).

Nierenbreite: *Maximale Entfernung Lateralrand - Medialrand*

Direkt am Hilus kann die Niere schlecht vom umgebenden Gewebe abgrenzbar sein (FELKAI et al 1992). Gemessen werden sollte die Entfernung zwischen dem äußersten Punkt des Medialrandes und dem äußersten Punkt des Lateralrandes (WALTER et al 1987a). Im Transversalschnitt ist eine gerade, zur Messung der Nierenbreite geeignete Schnittebene gegeben, wenn sich der Sinus als „C“ darstellt (WALTER et al 1987a und b).

Nierentiefe: Maximale Entfernung Dorsalseite - Ventralseite

Sagittalschnitt:

Die richtige Schnittebene zum Ermitteln der maximalen Nierentiefe wird durch Abfahren der Niere von medial nach lateral aufgesucht. In der Regel kann die maximale Tiefe im Sagittalschnitt leicht lateral des Nierenhilus dargestellt werden (KNAUFF 1987). Gemessen wird die maximale dorsoventrale Ausdehnung der Niere im rechten Winkel zur maximalen kraniokaudalen Ausdehnung in dieser Schnittebene (BARR et al 1990).

Transversalschnitt:

Beim Schnitt in Hilushöhe wird die maximale dorsoventrale Ausdehnung der Niere im rechten Winkel zur Nierenbreite gemessen (BARR et al 1990).

Blasenwand

Die Dicke der Blasenwand wird dort gemessen, wo sie von den Schallwellen senkrecht getroffen wird und sich als 2 scharfe echogene Linien darstellt (LÜERSSSEN et al 1996).

2.5.6. Besondere Schwierigkeiten bei der Sonographie von Kleinsäugetern

Große Mengen Gas im Darm können bei den kleinen Pflanzenfressern die Sonographie erheblich behindern (HOCHLEITHNER 2000, REDROBE 2001, GIRLING 2002).

Schwierigkeiten ergeben sich außerdem bei der Blasenultrasonographie, da Kleinnager häufig Urin absetzen und die sehr gering gefüllte Blase dann sonographisch kaum nachweisbar ist (ENGELKE 1997).

Um Fehlinterpretationen bei der sonographischen Untersuchung von Kleinsäugetern zu vermeiden, muss der Untersucher nicht nur mit der Technik der Sonographie, sondern auch mit den anatomischen Besonderheiten der untersuchten Spezies vertraut sein. Referenzwerte für die sonographische Normalanatomie von Heimtieren existieren kaum (REDROBE 2001). Es wird daher empfohlen, selbst eine Sammlung von Normalbefunden anzulegen (GIRLING 2002).

2.6. Normalbefunde bei der Sonographie des Abdomens von Kleinsäugetern

2.6.1. Leber und Gallenblase

Das sonographische Bild der gesunden Leber beim Frettchen weicht nach REESE und FRINGS (2004) nicht von den Befunden bei Hunden und Katzen ab. Erschwert wird die Leberultrasonographie beim Frettchen durch die vollständig intrathorakale Lage des Organs.

Nach Angaben von HONG et al (1994) sind in der gesunden Kaninchenleber die Portalvenen mit einem 10 MHz-Schallkopf darstellbar, die Gallengänge dagegen nicht. REDROBE (2001)

und GIRLING (2002) zeigen nur das sonographische Bild einer gesunden Kaninchenleber und Gallenblase ohne weiteren Kommentar.

BEREGI et al (2000a) führen Leberulsonographien bei gesunden Meerschweinchen durch. Dazu wird der Schallkopf direkt hinter dem Sternum aufgesetzt. Das normale Lebergewebe hat eine lockere, fein gekörnte, homogene Struktur. Lebervenen und Pfortaderäste sind als scharf begrenzte echolose Linien darstellbar. Pfortaderäste haben im Gegensatz zu Lebervenen eine stark echogene Wand. Arterien und Gallengänge sind nicht erkennbar. Die Lebergrenzen stellen sich als feine sehr echogene Linien dar.

Die Gallenblase des Meerschweinchens ist rund; ihr Inhalt ist echolos. Ihre Wand ist als feine, glatte echogene Linie zu erkennen (BEREGI et al 2000a).

Über Normalbefunde der Leberulsonographie bei anderen Nagern liegen keine Untersuchungen vor.

2.6.2. Milz

Die Milz des Frettchens ist zungenförmig und im Querschnitt flach dreieckig. Das Gewebe der gesunden Milz stellt sich bei der Sonographie homogen, feinkörnig und etwas echogener als das Leberparenchym und die Nierenrinde dar. Es wird von einer deutlichen äußerst echogenen Kapsel begrenzt. Die Dicke der unveränderten Milz beträgt am Hilus bis zu 8 mm; eine Splenomegalie tritt bei klinisch gesunden adulten Frettchen allerdings sehr häufig auf (REESE und FRINGS 2004).

MAYER-KÖBNICK et al (1997) bezeichnen bei einem an malignem Lymphom erkrankten Kaninchen die Milz als „sonographisch unauffällig“, ohne weitere Angaben über das sonographische Bild zu machen.

Über die Milzsonographie beim gesunden Meerschweinchen liegt eine Untersuchung von BEREGI et al (2000a) vor. Nach ihren Angaben kann die Milz des Meerschweinchens von geübten Untersuchern sonographisch dargestellt werden, wobei die geringe Organgröße und Überlagerungen durch Darmschlingen das Auffinden erschweren. Das längliche Organ liegt dicht unter der Bauchwand. Das Milzparenchym ist fein gekörnt und homogen ohne Unterbrechung durch echogene Strukturen. Gefäße sind nur am Hilus zu erkennen. Die Milzkapsel stellt sich als deutliche echogene Linie dar.

Über Normalbefunde der Milzsonographie bei anderen Nagern liegen keine Untersuchungen vor.

2.6.3. Magen-Darmtrakt

Nach REESE und FRINGS (2004) stellen sich die unveränderten Magen- und Darmwände beim Frettchen dreischichtig, unter optimalen Schallbedingungen fünfschichtig dar (Untersuchung mit 12 MHz-Schallkopf).

Über die Sonographie des gesunden Magen-Darmtrakts bei Kaninchen und Nagern liegen keine Untersuchungen vor.

2.6.4. Nieren

Das sonographische Bild der gesunden Nieren beim Frettchen weicht nicht von den Befunden bei Hunden und Katzen ab. Bei der sonographischen Messung der Nierengröße beim gesunden Frettchen ergeben sich folgende Messwerte: Länge 21 bis 32 mm, Breite und Tiefe 11 bis 14 mm (REESE und FRINGS 2004).

Über das sonographische Bild gesunder Nieren beim Kaninchen liegen 5 Untersuchungen von LEGRAND (1981), KAUDE et al (1984), ENGELKE (1997), CRAMER et al (1998a) und NIEBERGALL (2003) vor. Nach ihren Angaben sind bei der Sonographie gesunder Kaninchennieren folgende Strukturen darstellbar: Die Nierenkapsel ist als sehr echogener Streifen zu erkennen. Die Rinde ist deutlich von den echoarmen Markpyramiden abgrenzbar. Der Nierensinus stellt sich durch das enthaltene Fett sehr echogen dar. Nach LEGRAND (1981) ist ausnahmsweise auch der Innenraum des Nierenbeckens zu erkennen. Genaue Angaben über die Schallposition zur Nierenuntersuchung machen die Autoren nicht. LEGRAND (1981) fixiert die Nieren zur Untersuchung manuell; NIEBERGALL (2003) setzt den Schallkopf zur Nierenultraschalluntersuchung ventral und stark seitlich in den Flanken auf. Eine sonographische Messung der Nierengröße führt nur NIEBERGALL (2003) durch. Sie misst Nierenlänge (Abstand Kranialpol - Kaudalpol) und Nierenbreite (Abstand Margo lateralis - Margo medialis) auf Höhe des Nierenhilus im Dorsalschnitt. Bei 41 Kaninchen mit einem Körpergewicht von 0,7 bis 3,5 kg ergeben sich folgende Messwerte:

Tab. 6: Sonographisch gemessene Nierengröße (in mm) bei Kaninchen (NIEBERGALL 2003)

Nierengröße in mm	Spanne aller Messwerte	arithmetisches Mittel	Konfidenzniveau 95%
Länge linke Niere	16,7 - 38,0	26,6	26,6 - 28,1
Länge rechte Niere	19,9 - 34,8	26,8	26,8 - 27,9
Breite linke Niere	11,4 - 20,4	14,6	14,6 - 15,2
Breite rechte Niere	10,8 - 18,5	14,7	14,7 - 15,3

Die Nierenultraschalluntersuchung bei gesunden Meerschweinchen beschreiben ENGELKE (1997), BEREGI et al (2000a und 2001b) und NIEBERGALL (2003). Sie können bei ihren Untersuchungen die Meerschweinchennieren sonographisch in Längs- und Querschnitt darstellen.

Nach BEREGI et al (2000a) liegen beide Nieren extrathorakal, die rechte etwa 1 cm weiter kranial als die linke. Um sie gut erreichen zu können, sollte die laterale Bauchwand während der Untersuchung manuell unterstützt werden.

Nach ENGELKE (1997) ist die Nierenrinde echoarm mit echoreicheren Anteilen an der Grenze zum Mark, nach BEREGI et al (2000a) echoarm mit aufgelockerter Struktur und nach NIEBERGALL (2003) echoreich und homogen. Das Nierenmark beschreibt NIEBERGALL (2003) als echoarm; nach BEREGI et al (2000a) ist es fast echolos und hat die Form eines Apfel-Kerngehäuses. Durch Fett und Bindegewebe stellt sich der Nierensinus echoreich dar (BEREGI et al 2000a, NIEBERGALL 2003).

Bei 31 klinisch gesunden Meerschweinchen messen BEREGI et al (2001b) sonographisch die Nierenlänge; sie beträgt 16,2 bis 25,8 mm (abhängig vom Körpergewicht). NIEBERGALL (2003) misst Nierenlänge und -breite bei 82 klinisch gesunden Meerschweinchen und erhält folgende Messwerte:

Tab. 7: Sonographisch gemessene Nierengröße (in mm) bei Meerschweinchen (NIEBERGALL 2003)

Nierengröße in mm	Spanne aller Messwerte	arithmetisches Mittel	Konfidenzniveau 95%
Länge linke Niere	13,2 - 31,8	21,4	20,6 - 22,1
Länge rechte Niere	15,7 - 28,7	21,9	21,3 - 22,5
Breite linke Niere	8,6 - 19,5	12,4	12,0 - 12,8
Breite rechte Niere	8,6 - 17,3	12,4	12,0 - 12,8

SUZUKI et al (1987) geben sonographisch gemessene Normalgrößen für Rattennieren an. Bei weiblichen Ratten sind die Nieren im Durchschnitt 16,17 x 13,21 mm groß; bei männlichen 16,92 x 14,50 mm.

2.6.5. Harnblase

Die Harnblase des gesunden Frettchens ist im Längsschnitt birnenförmig und im Querschnitt queroval. Die Wand ist ca. 0,5 mm dick. Nur bei optimalem Anschallwinkel ist sonographisch (mit einem 12 MHz-Schallkopf) eine Dreischichtung der Wand darstellbar (REESE und FRINGS 2004).

ENGELKE (1997) und NIEBERGALL (2003) untersuchen die Harnblase bei gesunden Kaninchen. Nach ENGELKE (1997) ist sie aufgrund eines geringen Füllungsgrads häufig schlecht darstellbar. Bei den Untersuchungen von NIEBERGALL (2003) tritt dieses Problem nicht auf; die Blase ragt bei den Kaninchen bis zu 5 cm weit in den Bauchraum. Die Harnblase hat selten eine klassische Birnenform, sondern wird meist durch das Kolon von außen eingedrückt.

Eine Schichtung der Blasenwand ist nach ENGELKE (1997) bei guter Darstellung erkennbar, nach NIEBERGALL (2003) dagegen im Allgemeinen nicht. Die Blasenwand ist glatt. Ihre Dicke beim gesunden Kaninchen beträgt nach NIEBERGALL (2003) 0,3 bis 1,3 mm (Mittelwert 0,7 mm). Im Blaseninhalt von klinisch gesunden Kaninchen können häufig feine sedimentierende Echos nachgewiesen werden (ENGELKE 1997, NIEBERGALL 2003).

Die Harnblase gesunder Meerschweinchen wird von ENGELKE (1997), BEREGI et al (2000a) und NIEBERGALL (2003) untersucht. ENGELKE (1997) kann sie aufgrund eines geringen Füllungsgrads häufig schlecht darstellen. BEREGI et al (2000a) und NIEBERGALL (2003) gelingt die Darstellung dagegen problemlos. Die Harnblase ist kranial des Schambeins zu erreichen, sie ragt bis zu 3 cm in den Bauchraum hinein. Sie ist rund oder oval (BEREGI et al 2000a), aber häufig durch benachbarte Organe eingedrückt (NIEBERGALL 2003).

Eine Schichtung der Blasenwand ist nach ENGELKE (1997) und BEREGI et al (2000a) bei guter Darstellung und ausreichender Blasenfüllung erkennbar, nach NIEBERGALL (2003) dagegen im allgemeinen nicht. Die Dicke der Blasenwand beträgt nach NIEBERGALL 2003 beim gesunden Meerschweinchen 0,3 bis 1,2 mm (Mittelwert 0,7 mm).

Nach BEREGI et al (2000a) ist der Blaseninhalt des gesunden Meerschweinchens echolos, NIEBERGALL (2003) konnte dagegen bei 75,3% der untersuchten 82 Tiere feine sedimentierende Echos nachweisen.

Berichte über die Blasensonographie bei anderen Nagern liegen nicht vor.

2.6.6. Ovarien

Beim Frettchen sind mit einem 12 MHz Linearschallkopf die Ovarien sicher sonographisch darstellbar. Sie sind echoarm, ovoid und etwa 5 mm dick. (REESE und FRINGS 2004)

Nach den Untersuchungen von ENGELKE (1997) und NIEBERGALL (2003) sind bei Kaninchen die unveränderten Ovarien weder mit einem 7,5 MHz-Schallkopf noch mit einem 12,5 MHz-Schallkopf darstellbar.

Bei Meerschweinchen können weder ENGELKE (1997) mit einem 7,5 MHz-Schallkopf noch BEREGI et al (2000a) mit Frequenzen bis zu 10 MHz unveränderte Ovarien darstellen. NIEBERGALL (2003) kann dagegen mit einem 12,5 MHz Linearschallkopf bei 18,3% der untersuchten klinisch gesunden Meerschweinchen auf der linken Seite Ovargewebe oder Funktionskörper oder Zysten darstellen; auf der rechten Seite gelingt dies bei 10% der Tiere. Die Ovarien liegen entweder dem kaudalen Nierenpol direkt an oder ein Stück entfernt. Sie sind oval, homogen und echoarm, z.T. sind echofreie Follikel oder Zysten zu erkennen. Bei echoarmen Ovarien misst die Autorin sonographisch eine Länge von 4,1 bis 12,7 mm und eine Breite von 3,3 bis 12,7 mm. Ovarzysten bei klinisch gesunden Tieren erreichen einen Durchmesser von bis zu 38,9 mm.

Angaben über die sonographische Darstellung der gesunden Ovarien bei anderen Nagern werden in der Literatur nicht gemacht.

2.6.7. Uterus

Bei der sonographischen Untersuchung von Frettchen mit einem 12 MHz-Linearschallkopf können REESE und FRINGS (2004) nur bei einer ranzigen Fähe den Uterus sicher auffinden. Bei diesem Tier stellten sich Gebärmutterhals und -körper als runde echoarme Strukturen von 3 bis 4 mm Durchmesser dorsal der Blase dar.

Nach INABA et al (1986) und ENGELKE (1997) kann bei Kaninchen der Uterus außerhalb der Trächtigkeit nicht sonographisch dargestellt werden. RINCK et al (1993) können bei einigen Häsinnen schon am 4. Trächtigkeitstag einen Uterus mit einem Durchmesser von 5 mm erkennen, was nach ihrer Ansicht ebenso bei nicht-tragenden Tieren vorkommen könnte. Sie verwendeten Frequenzen von bis zu 9 MHz für die Untersuchung, während INABA et al (1986) mit einem 5 MHz-Schallkopf und ENGELKE (1997) mit einem 7,5 MHz-Schallkopf untersuchte. NIEBERGALL (2003), die einen 12,5 MHz-Schallkopf verwendet, kann bei gut der Hälfte der untersuchten klinisch gesunden 21 Häsinnen den Uterus im „Corpusbereich“ darstellen. Bei 3 dieser Tiere sind auch die Uterushörner darstellbar. Die Autorin beschreibt den Uterus als inhomogen und von verschiedener Echogenität. Bei 2 Tieren, die 10 Tage bzw. 2 Monate post partum untersucht werden, ist das

Lumen des Uterus darstellbar. Der sonographisch gemessene Uterusdurchmesser beträgt bei diesen Tieren 4,8 mm bzw. 7 mm. Bei den übrigen Häsinnen hat der Uterus im „Corpusbereich“ folgende sonographisch gemessenen Durchmesser: 2 mm (1x), 5 mm (3x), 7 mm (3x), 9,6 mm (1x) und 12 mm (1x).

Bei Meerschweinchen ist der Uterus nach INABA und MORI (1986) außerhalb der Trächtigkeit sonographisch nicht darstellbar. Selbst mit hochfrequenten Schallköpfen (7,5 MHz, 10 MHz, 12,5 MHz) gelingt bei den Untersuchungen von ENGELKE (1997), BEREGI et al (2000a) und NIEBERGALL (2003) die sonographische Darstellung des Uterus bei dieser Tierart nicht. PORTER et al (1997) können Uterushörner und Zervix des Meerschweinchens mittels eines 10 MHz-Schallkopfes darstellen. Die Zervix hat einen Durchmesser von 1,6 mm, die Uterushörner von 3,9 mm. Die Untersuchung wird allerdings oft durch eine unzureichend gefüllte Blase und gasgefüllte Darmschlingen erschwert.

Angaben über die sonographische Darstellung des gesunden Uterus bei anderen Nagern werden in der Literatur nicht gemacht.

2.6.8. Trächtigkeit

Bei Frettchen kann mit einem 5 MHz-Schallkopf die Trächtigkeit ab dem 12. Tag festgestellt werden. (PETER et al 1990).

Eine vergleichende Übersicht über die sonographische Trächtigkeitsdiagnose bei Kaninchen, Meerschweinchen und Ratte in identisch aufgebauten Versuchsreihen gibt die folgende Tabelle:

Tab. 8: Sonographische Trächtigkeitsuntersuchung bei Labortieren
(mit 5 MHz-Linearschallkopf)

Befund der sonographischen Trächtigkeitsuntersuchung (mit 5 MHz-Linearschallkopf)	INABA et al 1986	INABA und MORI 1986	INABA und INOUE 1985
	Kaninchen	Meerschweinchen	Ratte
bei einigen Tieren Uterus erkennbar	6.Tag	16.Tag	8.Tag
83% korrekte Diagnose	8.Tag	18.Tag	9.Tag
100% korrekte Diagnose	9.Tag	19.Tag	10.Tag
Fetus erkennbar	12.Tag	25.Tag	14.Tag
Wirbelsäule und Herzschlag erkennbar	18.Tag	34.Tag	19.Tag
Geburt	31.-32.Tag	60.-69.Tag	22.Tag

Von anderen Autoren wird die sichere Trächtigkeitsdiagnose bei Kaninchen ab der Implantation der Fruchtanlagen am 8. Tag (SCHERER 1993, THIELEBEIN und MEISSNER 1998), ab dem 9. Tag (HASHIMOTO et al 1988, TAINTURIER 1988) oder dem 12. Tag (RINCK et al 1993, CURLEY 2001) beschrieben. Eine Bestimmung der Wurfgröße ist nach INABA et al (1986) in 38% der Fälle korrekt.

Die Frucht ist nach HASHIMOTO et al (1988) ab dem 9. Trächtigkeitstag, nach TAINTURIER (1988) ab dem 10. Trächtigkeitstag und nach INABA et al (1986) ab dem 12. Trächtigkeitstag erkennbar. Den Herzschlag weist SCHERER (1993) bereits am

13. Trächtigkeitstag nach, HASHIMOTO et al (1988) am 14. Trächtigkeitstag und INABA et al (1986) erst am 18. Trächtigkeitstag. Erste fetale Bewegungen sind am 16. Trächtigkeitstag zu erkennen, ab dem 18. Trächtigkeitstag bewegen die Feten sich sehr aktiv (HASHIMOTO et al 1988).

Beim Meerschweinchen diagnostiziert SCHERER (1993) die Trächtigkeit ab dem 11. Trächtigkeitstag; den Herzschlag kann sie ab dem 14. Trächtigkeitstag darstellen. Nach NIEBERGALL (2003) treten Binnenechos in den Ampullen beim trächtigen Meerschweinchen ca. ab dem 22. bis 27. Trächtigkeitstag auf und erst zwischen dem 29. und 34. Trächtigkeitstag ist der Herzschlag erkennbar. Eine Differenzierung der Organe und die Darstellung von Skelettanteilen mit Schallschatten gelingen dieser Autorin ab dem 37. bis 42. Trächtigkeitstag.

Bei der Ratte kann die Trächtigkeit ab dem 8. Trächtigkeitstag sonographisch dargestellt werden (SCHERER 1993). Der Herzschlag der Feten ist nach SCHERER (1993) ab dem 14. Trächtigkeitstag, nach KOBAYASHI et al (2001) ab dem 15. Trächtigkeitstag darstellbar. Aktive Bewegungen der Feten sind ab dem 16. Trächtigkeitstag zu erkennen (KOBAYASHI et al 2001).

2.6.9. Fett, Lymphknoten, Nebennieren, Pankreas und akzessorische Geschlechtsdrüsen

Im mittleren Abdomen kann beim gesunden Frettchen ein großer Mesenteriallymphknoten dargestellt werden. Er misst durchschnittlich 12,6 x 7,6 mm und liegt in ein großes Fettpolster eingebettet (PAUL-MURPHY et al 1999). Er hat eine deutliche Einziehung am Hilus und weist ein echogenes Mark und eine echoarme Rinde auf (REESE und FRINGS 2004).

Außerdem wurden bei Frettchen sonographische Reihenuntersuchungen der gesunden Nebennieren durchgeführt und Normalmesswerte ermittelt. Die gesunde Nebenniere ist rund 7,5 mm lang und kann kranial der Niere dargestellt werden. Sie ist echoärmer als das umgebende Fett, ihr Zentrum ist echoreicher als die äußere Schicht (O'BRIEN et al 1996, NEUWIRTH et al 1997). REESE und FRINGS (2004) können diese Schichtung trotz Verwendung eines hochauflösenden Schallkopfes (12 MHz) nicht darstellen.

Das unveränderte Pankreas ist beim Frettchen auch mit einem hochauflösenden Schallkopf (12 MHz) nicht darstellbar (REESE und FRINGS 2004).

Die gesunde Prostata des Frettchens hat einen Durchmesser von etwa 6 mm und ist sonographisch nur undeutlich von ihrer Umgebung abzugrenzen (REESE und FRINGS 2004).

Die gesunden Samenblasen des männlichen Meerschweinchens können sich als hyperechogene Masse mit zahlreichen echolosen Einschlüssen dorsal der Blase darstellen (GASCHEN et al 1998).

Die transabdominale sonographische Darstellung der Prostata bei Mäusen gelingt nach Angaben von KRAAIJ et al (2002) kaum, da die Untersuchung zu stark durch gasgefüllte Darmschlingen behindert wird. Bei transrektaler Sonographie können die Autoren die Mäuseprostata darstellen, wenn sie auch durch ihre geringe Größe und wenig typische Form schwer zu identifizieren ist.

2.7. Pathologische Befunde bei der Sonographie des Abdomens von Kleinsäugetern

2.7.1. Leber und Gallenblase

Die sonographische Darstellung einer gestauten Leber beim Frettchen beschreiben WEBER und WILLIMZIK (1994). REESE und FRINGS (2004) finden eine deutlich vergrößerte Leber mit schwer erkennbaren Knoten bei einem Frettchen mit multizentrischem Lymphosarkom.

ITO et al (1988) benutzen Kaninchen als Versuchstiere für die sonographische Darstellung von Leberabszessen. Mit einem 5 MHz-Schallkopf können Abszesse ab einem Durchmesser von 3 mm erkannt werden. Kleine Abszesse sind echogen, größere Abszesse bekommen durch Nekrose zunehmend echoarme Anteile; Verflüssigungsnekrosen können sich echolos mit distaler Schallverstärkung darstellen. Das Granulationsgewebe der Abszesswand ist stark echogen. Bei älteren Abszessen kommen Kalzifizierungen vor.

HONG et al (1994) sonographieren die Leber von Kaninchen, die experimentell mit *Clonorchis sinensis* infiziert wurden. Mit einem 10 MHz-Schallkopf können sie bei diesen Tieren dilatierte Gallengänge ab einem Durchmesser von 1 mm darstellen. Bei Gallengangsfibrosen fällt im Ultraschallbild eine starke Echogenität der Gallengangswände auf. Die Sonographie korreliert sehr gut mit der Pathohistologie. Bei einzelnen kranken Tieren werden bei der Ultraschalluntersuchung Aszites oder in der Gallenblase schwimmendes Material gefunden.

MAYER-KÖBNICK et al (1997) beschreiben eine erhöhte Echogenität der Leber beim Malignen Lymphom eines Kaninchens.

Die Sonographie kann bei Kaninchen auch zur Diagnose einer Leberlipidose und zur Darstellung und Messung von Umfangsvermehrungen der Leber genutzt werden (KREMPELS et al 2000, MEREDITH und RAYMENT 2000).

Bei der Sonographie eines an Morbus Cushing erkrankten Meerschweinchens finden GASCHEN et al (1988) eine leicht vergrößerte Leber mit abgerundeten, unregelmäßigen Rändern. Bei der Sektion wird Hepatomegalie mit feintropfiger Verfettung festgestellt. Eine Umfangsvermehrung im Bereich der Leber stellen HARTMANN et al (2001) bei einem Meerschweinchen mit malignem Lymphom fest. BEREGI et al (2000b) diagnostizieren einen Leberabszess bei einem Meerschweinchen. Er stellt sich bei der Sonographie als flüssigkeitsgefüllte echolose Struktur mit echogenen Punkten und einer dicken sehr echogenen Wand dar.

Den einzigen Hinweis auf die sonographische Diagnostik von Leberveränderungen bei anderen Nagern gibt SILVERMAN (1993): Er erwähnt die sonographische Darstellung dilatierter Lebervenen bei herzkranken Mäusen, Ratten und Hamstern.

2.7.2. Milz

Eine Splenomegalie, z.T. mit höckeriger Organoberfläche, fanden REESE und FRINGS (2004) bei der Sonographie von Frettchen mit Nebennierentumor oder Lymphosarkom sowie bei älteren klinisch gesunden Frettchen.

Über sonographisch nachweisbare Milzveränderungen bei Kaninchen wird in der Literatur nicht berichtet.

BEREGI et al (2001a) stellen bei einem Meerschweinchen sonographisch eine unregelmäßig geformte Masse gemischter Echogenität dar, die mit der Milz verbunden erscheint. Bei der Laparotomie wird ein Milzhämatom gefunden. Bei einem anderen Meerschweinchen, das die Autoren sonographieren, weist die Milz eine fokale Umfangsvermehrung von stark gemischter Echogenität mit zystischen Anteilen auf. Diese Veränderung erweist sich als Hämangiom.

Berichte über sonographisch nachweisbare Milzveränderungen bei anderen Nagern liegen nicht vor.

2.7.3. Magen-Darmtrakt

Bei einem Frettchen mit multizentrischem Lymphosarkom stellen REESE und FRINGS (2004) sonographisch deutlich verdickte Darmwände dar.

Über sonographisch nachweisbare Magen- oder Darmveränderungen bei Kaninchen und Nagern wird in der Literatur nicht berichtet.

2.7.4. Nieren

VOLGENAU et al (1998) stellen bei einem Frettchen sonographisch eine stark vergrößerte flüssigkeitsgefüllte Niere mit gestautem Ureter dar. Die Diagnose bestätigt sich in der Probelaparotomie. Histologisch wird eine schwere Atrophie und karzinomatöse Entartung des Nierengewebes festgestellt. Bei einem anderen Frettchen mit Renomegalie können PUERTO et al (1998) bei der Ultraschalluntersuchung perinephritische Pseudozysten und polyzystische Nieren nachweisen. Die Nieren stellen sich hyperechogen ohne Abgrenzung zwischen Rinde und Mark dar und enthalten Zysten von 2 bis 10 mm Durchmesser. Multiple Nierenzysten von 1 bis 3 mm Durchmesser können nach REESE und FRINGS (2004) sonographisch oft auch bei Frettchen mit uneingeschränkter Nierenfunktion nachgewiesen werden.

Sehr häufig tritt bei Frettchen eine erhöhte Echogenität des Nierenparenchyms auf. REESE und FRINGS (2004) vermuten, dass dieser Befund durch Nephrokalzinosen verursacht wird, WEBER und WILLIMZIK (1994) interpretieren diese Veränderung als Zeichen einer chronisch-interstitiellen Nephritis.

Zur Nierenuntersuchung bei Kaninchen wird die Sonographie von SILVERMAN (1993) und KREMPELS et al (2000) ausdrücklich empfohlen. BOUCHER und PLASSIART (1998) bezeichnen die Sonographie als „Methode der Wahl“ zur Diagnose von Nephroblastomen beim Heimtierkaninchen. WARDROP et al (1982) stellen ein solches Nephroblastom sonographisch dar; es erscheint als nicht-zystische Masse am Nierenpol.

Verschiedene Nierenveränderungen werden am Versuchstier Kaninchen sonographisch dargestellt. ACKERMAN et al (1989) beschreiben das Bild experimentell induzierter Karzinome in Kaninchennieren. Sie können mit einem 7,5 MHz-Schallkopf Tumore ab einem Durchmesser von 5 bis 10 mm als eine Ausbeulung der inneren und äußeren Nierenrindengrenze darstellen. Das Tumorgewebe hat Rindenechogenität. Mit zunehmendem Tumorwachstum sind in der Masse außerdem echoarme und echolose Zonen feststellbar. Diese entsprechen histologisch Nekroseherden, Blutungen und Flüssigkeitseinschlüssen.

CRAMER et al (1998a und b) sonographieren Kaninchen mit phosphat-induzierter Nephrokalzinose. Als typisches Merkmal einer Nephrokalzinose finden sie bei 81% der Tiere einen echogenen Ring an der Rinden-Mark-Grenze. Nephrokalzinose äußert sich aber auch häufig durch eine erhöhte Echogenität der Nierenrinde (69% der Tiere), seltener des Nierenmarkes (27% der Tiere). Die Erkrankung ist mittels Sonographie mit einer Sensibilität von 96% und einer Spezifität von 84% nachweisbar. CAPELLO (2004) beschreibt die Nephrokalzinose mit erhöhter Echogenität von Nierenrinde und Nierenbecken als sonographischen Befund auch beim Heimtier.

KAUDE et al (1984) untersuchen im Tierversuch das sonographische Bild von Hydronephrosen an Kaninchen. Sie können ein erweitertes Nierenbecken darstellen. Das normale Nierengewebe ist verdrängt, Rinde und Mark sind nicht mehr voneinander abgrenzbar. 11 Monate später finden sie bei einer Folgeuntersuchung der überlebenden Tiere echogenes Material im Nierenbecken, das sie als Detritus und Kristalle identifizieren. Bei einem Kaninchen weisen sie einen Nierenstein nach.

CHANG et al (2002) verfolgen sonographisch die Entwicklung der Nierengröße bei Kaninchen mit experimentell induzierter Hydronephrose und Nierenembolie. Sie messen dabei im Dorsalschnitt die Länge und den Durchmesser der Niere sowie die Dicke der Nierenrinde.

RAPPOLD (2001) misst sonographisch Nierenlänge, -breite und -tiefe bei Heimtierkaninchen mit Urolithiasis (Konkremente bei einigen Tieren in der Harnblase, bei einigen in der Niere) und kommt zu folgenden Ergebnissen:

Tab. 9: Nierenmaße (in mm) bei Kaninchen mit Urolithiasis (RAPPOLD 2001)

Nierenmaße bei Kaninchen mit Urolithiasis		untersuchte Kaninchen	
		Körpergewicht 1 bis 2 kg (5 Tiere)	Körpergewicht 2 bis 3 kg (10 Tiere)
Nierenlänge (in mm)	linke Niere	24,5 bis 28,6	26,0 bis 39,6
	rechte Niere	23,0 bis 32,8	24,1 bis 39,0
Nierenbreite (in mm)	linke Niere	13,3 bis 19,1	11,9 bis 27,4
	rechte Niere	13,3 bis 20,0	15,0 bis 25,7
Nierentiefe (in mm)	linke Niere	11,2 bis 20,7	17,2 bis 22,1
	rechte Niere	13,2 bis 18,2	14,5 bis 24,9

Genauere Angaben über den Gesundheitszustand der Nieren bei den einzelnen Patienten fehlen ebenso wie eine Bewertung der gemessenen Größen. Die Autorin weist aber daraufhin, dass die Sonographie bei Urolithiasispatienten besonders geeignet sei, um sekundäre Veränderungen wie Ureterstau, Nierenbeckenstau und Hydronephrose nachzuweisen.

Außerdem sind Konkreme mit Hilfe der Sonographie genau zu lokalisieren.

Dieselben Vorteile bei der sonographischen Untersuchung von Urolithiasispatienten hebt NIEBERGALL (2003) hervor. Sie stellt bei zwei Kaninchenpatienten Nierensteine dar. Die Steine sind extrem echoreich mit Schallschatten. Bei beiden Patienten befinden sich Steine in beiden Nieren, eine Niere ist jeweils stärker betroffen und weist ein dilatiertes Nierenbecken auf. Außerdem stellt die Autorin bei einem Patienten mit Blasengrieß Verkalkungen des Nierenbeckens als kleine echogene Strukturen mit Schallschatten dar. Die betroffene Niere hat eine unebene Oberfläche. Bei einem Patienten mit Ureterstau infolge einer Uteruserkrankung

beschreibt sie eine Verkalkung der Nierenrinde. Der gestaute Ureter ist sonographisch ebenfalls deutlich darstellbar; er hat einen Durchmesser von 2,8 mm.

THIELE et al (2001) untersuchen bei einem Heimtierkaninchen mit Harnstau aufgrund einer Eventration der Harnblase das Abdomen sonographisch. Dabei stellen sie Schallschatten im Bereich der Nierenbecken und einen Stau des linken Harnleiters dar. Bei der pathologischen Untersuchung zeigt sich, dass die gesamten harnabführenden Wege bei diesem Tier mit Harngrieß angefüllt sind.

Das sonographische Bild einer einseitigen Nierenatrophie bei einem Zwergkaninchen mit Niereninsuffizienz beschreibt NIEBERGALL (2003): Die betroffene Niere hat eine einheitliche Echogenität, ist echogener als das Lebergewebe und weist nur vereinzelt hyperechogene Rindensäulen auf. Sie ist 15,4 mm lang und 8,1 mm breit.

GASCHEN et al (1998) und STIEGER et al (2003) beschreiben das sonographische Bild von Hydronephrose und Hydroureter bei je einem Meerschweinchen mit Ureterstein.

NIEBERGALL (2003) kann bei drei Patienten einen Ureterstau darstellen; der Durchmesser des Ureters liegt dabei zwischen 4,3 und 5,9 mm. Bei einem dieser Patienten ist auch das Nierenbecken dilatiert und die betroffene Niere weist eine Druckatrophie auf. RAPPOLD (2001) diagnostiziert ebenfalls sonographisch einen Ureterstau bei einem Meerschweinchen mit Urolithiasis. Außerdem vermisst sie bei der Sonographie von 8 Meerschweinchen mit Urolithiasis die Nieren sonographisch:

Tab. 10: Nierenmaße (in mm) bei Meerschweinchen mit Urolithiasis (RAPPOLD 2001)

Nierenmaße bei Meerschweinchen mit Urolithiasis		untersuchte Meerschweinchen	
		Körpergewicht <0,5 kg (1 Tier)	Körpergewicht 0,5 bis 1 kg (7 Tiere)
Nierenlänge (in mm)	linke Niere	15,7	22,8 bis 29,5
	rechte Niere	17,6	18,9 bis 33,0
Nierenbreite (in mm)	linke Niere	11	13,0 bis 21,5
	rechte Niere	12,4	12,0 bis 21,3
Nierentiefe (in mm)	linke Niere	12	13,4 bis 17,6
	rechte Niere	12,4	12,1 bis 17,3

Genauere Angaben über den Gesundheitszustand der Nieren bei den einzelnen Patienten fehlen ebenso wie eine Bewertung der gemessenen Größen.

Eine solitäre Zyste von 2,1 mm Durchmesser in der Nierenrinde findet NIEBERGALL (2003) bei der Sonographie eines Meerschweinchens.

SUZUKI et al (1987) stellen schwere zystische Hydronephrosen mit starker Nierenvergrößerung und Hydronephrosen mit Nierenbeckenerweiterung bei Ratten dar.

2.7.5. Harnblase

REESE und FRINGS (2004) sonographieren ein Frettchen mit chronischer Zystitis. Die Blasenwand ist bei diesem Tier auf mehrere Millimeter verdickt und zum Lumen hin unregelmäßig begrenzt. Bei zwei anderen Frettchen können diese Autoren Harngrieß in Form von sedimentierenden Echos in der Blase nachweisen.

Zystitis und Verdacht auf Urolithiasis werden in der Literatur auch als Indikationen für die Sonographie bei Kaninchen und Nagern genannt (BROWN und ROSENTHAL 1997, HOCHLEITHNER 2000, KREMPELS et al 2000, MEREDITH und CROSSLEY 2002).

Nach ENGELKE (1997) und NIEBERGALL (2003) ist eine Zystitis beim Kaninchen sonographisch nicht diagnostizierbar. RAPPOLD (2001) und NIEBERGALL (2003) stellen Blasensteine bei Kaninchen als echodichte Strukturen mit distalem Schallschatten dar. RAPPOLD (2001) hält die Sonographie insbesondere für sinnvoll, um zwischen einem Blasenstein und Blasengrieß zu unterscheiden. Bei den Untersuchungen von NIEBERGALL (2003) gelingt diese Unterscheidung aber nicht zuverlässig, da zusammengeballtes Sediment sonographisch einem Stein äußerst ähnlich ist.

GIRLING (2002) veröffentlicht das sonographische Bild der Harnblase bei einem Kaninchen mit Urolithiasis; im Blasenlumen sind stark echogene Bereiche erkennbar.

Das Vorliegen von zahlreichen frei im Blasenlumen schwimmenden echogenen Partikeln beschreiben VOSS UND HOSPES (1998) bei einem Kaninchen, ohne Angaben über die klinische Bedeutung dieses Befundes zu machen. Nach NIEBERGALL (2003) sind sowohl feine Echos im Blasenlumen als auch größere Mengen Blasengrieß ein häufiger Befund bei klinisch gesunden Kaninchen.

Nach NIEBERGALL (2003) ist bei Meerschweinchen (im Gegensatz zum Kaninchen) eine Zystitis sonographisch zu diagnostizieren. Die Blasenwand ist bei Zystitis rau und deutlich verdickt, sie kann eine Dicke von 2,9 mm erreichen. STIEGER et al (2003) können bei einem Meerschweinchen sonographisch eine fokale Verdickung der Harnblasenwand auf 4 mm darstellen; die Wand hat in diesem Bereich außerdem eine raue Oberfläche. Im Urin werden bei diesem Patienten Kristalle nachgewiesen, bei der Sektion wird eine fokale Zystitis festgestellt.

RAPPOLD (2001) und NIEBERGALL (2003) stellen Blasensteine bei Meerschweinchen als echodichte Strukturen mit distalem Schallschatten dar.

GASCHEN et al (1998) beschreiben das Vorliegen von zahlreichen frei im Blasenlumen schwimmenden echogenen Partikeln bei einem Meerschweinchen, ohne den Befund näher zu beurteilen. NIEBERGALL (2003) findet häufig sowohl feine Echos im Blasenlumen als auch größere Mengen Blasengrieß bei klinisch gesunden Meerschweinchen.

Nach EWRINGMANN und BELZNER (1999) sind bei Meerschweinchen häufig auch Blasenwandtumoren sonographisch zu diagnostizieren; die Autoren gehen aber nicht näher auf sonographische Befunde ein.

2.7.6. Ovarien

SCHMIDT (1986) stellt sonographisch Leiomyome an beiden Ovarien eines Frettchens dar. Vergrößerung beider Ovarien mit zystischen Veränderungen finden REESE und FRINGS (2004) bei der Sonographie eines Frettchens mit Symptomen eines Hyperöstrogenismus.

Im Abdomen eines Kaninchens finden JOHNSON und WOLF (1993) bei der Sonographie eine gelappte Masse mit sehr gemischter Echogenität, zystischen Räumen und scharf definierter Wand. Es handelt sich dabei um einen Pasteurellenabszess des Ovars.

Besonders geeignet ist die Sonographie zur Diagnose von Ovarzysten bei Meerschweinchen. Ovarzysten sind dorsal der Blase gut darstellbar, Überlagerungen durch den Darm stören nicht. Durch ihr typisches sonographisches Bild sind die echolosen Zysten von anderen

Massen wie Tumoren gut zu differenzieren (SCHMIDT et al 1986, BROWN und ROSENTHAL 1997, ENGELKE 1997, BEREKI et al 1999). In den meisten Fällen liegen Ovarzysten auf beiden Eierstöcken vor. Sie können gekammert sein oder auch als multiple, traubenförmige Zysten auftreten. Ihr Durchmesser kann 60 mm deutlich überschreiten (NIEBERGALL 2003).

BEREGI et al (2001a) beschreiben die sonographische Diagnose eines Ovartumors beim Meerschweinchen: Er stellt sich als inhomogene Masse stark gemischter Echogenität mit zystischen Anteilen kaudal der Niere dar.

Über sonographisch nachweisbare Ovarveränderungen bei anderen Nagern wird in der Literatur nicht berichtet.

2.7.7. Uterus

WEBER und WILLIMZIK (1994) beschreiben das sonographische Bild einer umfangreichen Hydrometra bei einem Frettchen mit Ovar- und Uterustumor. Die sonographische Abgrenzung von einem Aszites gelingt ihnen allerdings nicht, die endgültige Diagnose ergibt die Probelaaparotomie. Bei der Sonographie von Frettchen mit Hyperadrenokortizismus stellen BESSO et al (2000) und REESE und FRINGS (2004) eine Vergrößerung von Uterusstumpf oder Uterus fest. In einem Fall sind außerdem Zysten am Uterusstumpf nachweisbar.

Nach LODE et al (2003) ist die Sonographie zur Diagnose der Uterushyperplasie bei Kaninchen ungeeignet; die Autoren konnten bei keinem von 8 untersuchten Tieren die vorliegende Uterusveränderung sonographisch diagnostizieren. SAITO et al (2002) konnten dagegen bei 21 von 24 untersuchten Häsinnen mit Uterusveränderungen wie Hyperplasie, Tumor oder Hydrometra diese auch sonographisch diagnostizieren. Ebenso beschreiben ENGELKE (1997) und NIEBERGALL (2003) den sonographischen Nachweis solcher Veränderungen. Dargestellt wurden in diesen Fällen Flüssigkeit im Uterus oder zum Uterus gehörige inhomogene Massen verschiedener Echogenität, z.T. mit Verkalkungen. HILLYER (1994) und EWRINGMANN und BELZNER (1999) empfehlen ebenfalls die Sonographie zur Diagnose von Uterushyperplasie und -karzinom bei Kaninchen.

SOMMERVILLE (1998) stellt bei einer Häsin ein Uterusadenokarzinom in Form hypoechogener, flüssigkeitsgefüllter Räume im mittleren Abdomen dar. VOSS und HOSPES (1998) finden bei der Sonographie einer Häsin dorsal der Blase eine echodichte Struktur mit wenig echoarmem Inhalt, die einen Durchmesser von 30 mm hat. Nach kranial können zwei strangförmige flüssigkeitsgefüllte Gebilde von 50 mm Durchmesser verfolgt werden. Statt der daraufhin vermuteten Muco- oder Pyometra wird bei der Laparotomie ein Adenokarzinom des Uterus gefunden.

Eine Pyometra beim Kaninchen stellt NIEBERGALL (2003) dar. Der Uterus ist hier mit echoloser Flüssigkeit gefüllt, die Uteruswände sind inhomogen und verdickt.

Nach SILVERMAN (1993) ist der vergrößerte Uterus bei Nagern sonographisch besser darstellbar als röntgenologisch. PORTER et al (1997) untersuchen experimentell induzierte Leiomyome bei Meerschweinchen sonographisch mit einem 10 MHz-Schallkopf. Sie können auf dem Uterus Tumoren von 1 bis 3 mm Durchmesser darstellen. Die Uterushörner erkrankter Tiere haben durchschnittlich einen Durchmesser von 9,8 mm, z.T. werfen Verkalkungen der Tumoren leichte Schallschatten.

Uterustumore bei Meerschweinchen-Patienten stellen BEREGI et al (2001a) und NIEBERGALL (2003) sonographisch dar. BEREGI et al (2001a) finden bei einem Tier neben der Harnblase eine runde homogene Masse, bei einem anderen Tier wird eine Masse mit echoarmem Rand und echoreichem Zentrum in gleicher Lokalisation nachgewiesen. Bei der Laparotomie wird beim ersten Patienten ein Uterushämangiom, beim zweiten ein Uterusfibrom diagnostiziert. NIEBERGALL (2003) stellt bei einem Meerschweinchen Körper und Hörner des Uterus dar, die inhomogen und bis zu 22 mm dick sind. Die Veränderung des Uterus erweist sich bei der Laparotomie als Adenom. Bei einem weiteren von der Autorin sonographierten Meerschweinchen ist das gesamte kaudale Abdomen mit inhomogenen Massen gefüllt, die Verdachtsdiagnose lautet Uterustumor.

2.7.8. Trächtigkeit

In der Literatur fehlen Berichte über die sonographische Diagnose von Trächtigkeitsstörungen bei Kleinsäugetern. Im Zusammenhang mit der Trächtigkeit wird lediglich die sonographische Darstellung einer Plazentaretention bei einem Kaninchen 2 Tage post partum beschrieben (SCHMIDT et al 1986). NIEBERGALL (2003) stellt bei einer Häsin mit Pyometra im flüssigkeitsgefüllten Lumen des Uterus stark echoreiche Strukturen mit Schallschatten dar, die sich bei der folgenden Laparotomie als Skelettanteile mazerierter Früchte erweisen.

2.7.9. Freie Flüssigkeit, Peritoneum, Fett, Lymphknoten, Nebennieren, Pankreas und akzessorische Geschlechtsdrüsen

WEBER und WILLIMZIK (1994) stellen sonographisch freie Flüssigkeit im Abdomen eines Frettchens dar, die sich bei der pathologischen Untersuchung als Folge eitriger Peritonitis herausstellt.

Da bei dieser Tierart von den Nebennieren ausgehende endokrine Störungen sehr häufig sind, gibt es über die Diagnose von Nebennierenvergrößerungen zahlreiche Publikationen. Die Sonographie ist die Methode der Wahl für die Diagnosesicherung vor einem operativen Eingriff (KUPERSMITH und BAUCK 1991, NEUWIRTH et al 1993, ACKERMANN et al 1994, REESE und FRINGS 2004). Bei einem Frettchen mit Hyperadrenokortizismus wurde sonographisch neben der Nebennierenveränderung auch eine Vergrößerung der Prostata auf 9 x 6 mm festgestellt (MULLER et al 2001).

DEFALQUE und CAROZZO (2003) stellen bei einem Frettchen mit Hypoglykämie sonographisch eine echoarme Umfangsvermehrung im linken kranialen Abdomen fest, die sich bei der Probepaparotomie als Insulinom erweist.

Bei Kaninchen mit Lebererkrankungen kann neben den Leberveränderungen selbst häufig ein Aszites sonographisch dargestellt werden (MEREDITH und RAYMENT 2000).

MAYER-KÖBNICK et al (1997) beschreiben die Darstellung von vier pflaumengroßen kugeligen homogenen echoarmen Gebilden im Abdomen eines Kaninchens. Bei der Biopsie wird ein malignes Lymphom diagnostiziert.

Bei einem Kaninchen mit Eventration der Harnblase und Harnstau stellen THIELE et al (2001) in der üblichen Lokalisation der Harnblase eine zystenartige mit echoreichem Grieß gefüllte Umfangsvermehrung sonographisch dar, bei der es sich vermutlich um eine hochgradige dilatierte Vesicula seminalis handelt.

BEREGI et al (2000b) diagnostizieren sonographisch einen Abszess im Becken bei einem Meerschweinchen nach Kastration.

Vergrößerte Darmlymphknoten können HARTMANN et al (2001) bei einem Meerschweinchen mit malignem Lymphom nachweisen.

Bei einem Meerschweinchen und bei einem Hamster wird die sonographische Darstellung einer vergrößerten Nebenniere beschrieben (BROWN und ROSENTHAL 1997, GASCHEN et al 1998).

Weitere sonographisch darstellbare Veränderungen im Abdomen von kleinen Nagern sind Aszites und solide Massen (SILVERMAN 1993).

KRAAIJ et al (2002) stellen bei Mäusen im Tierversuch Tumoren der Prostata sonographisch dar. Die Darstellung und Vermessung der Tumoren erfolgt dabei transrektal mittels einer Ultraschallsonde, die für intraarterielle Untersuchungen beim Menschen konzipiert wurde.